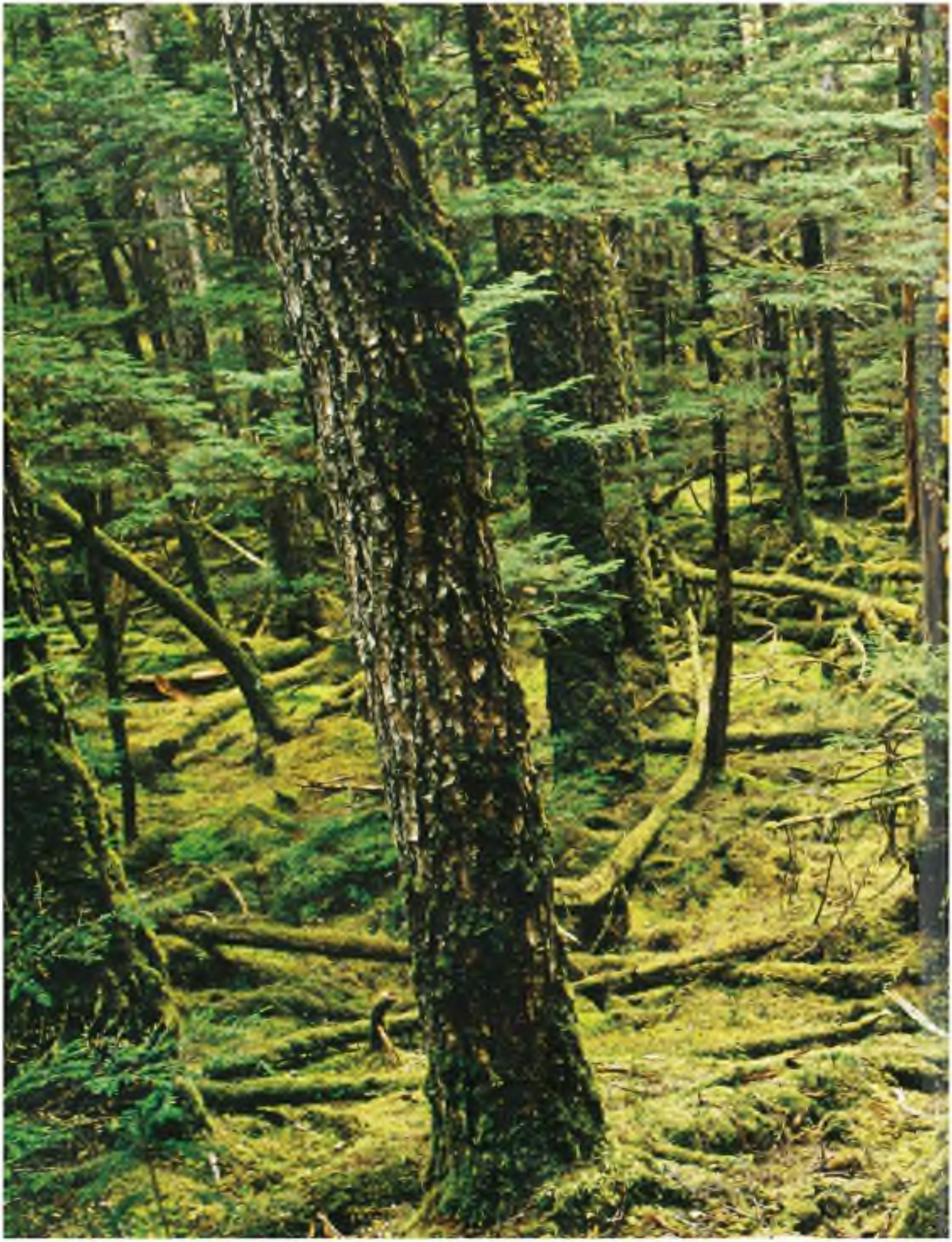
Hongos Fantásticos

CÓMO LOS HONGOS PUEDEN CURAR, CAMBIAR CONCIENCIAS Y SALVAR EL PLANETA

EDITOR y CONTRIBUIDOR
PAUL STAMETS

PRÓLOGO POR
LOUIE SCHWARTZBERG

ENSAYOS Y ENTREVISTAS DE LOS LÍDERES EXPERTOS EN EL TEMA
MICHAEL POLLAN
ANDREW WEIL · SUZANNE SIMARD
ROLAND GRIFFITHS · JAY HARMAN
WILLIAM RICHARDS · EUGENIA BONE



Hongos Fantásticos

LA MANERA EN LA QUE LOS HONGOS PUEDEN CURAR, ILUMINAR Y SALVAR AL MUNDO

EDICIÓN E INTRODUCCIÓN DE **PAUL STAMETS**

EPÍLOGO POR **LOUIE SCHWARTZBERG**

ENSAYOS Y ENTREVISTAS DE
LOS PRINCIPALES EXPERTOS DEL MUNDO, INCLUYENDO

MICHAEL POLLAN ☼ ANDREW WEIL
SUZANNE SIMARD ☼ PAUL STAMETS ☼ ROLAND GRIFFITHS
JAY HARMAN ☼ WILLIAM RICHARDS ☼ EUGENIA BONE
Y MUCHOS MAS

EMU
EDITORES MEX
VII
MATIRI

CONTENIDO

INTRODUCCIÓN • **PAUL STAMETS** 10

SECCIÓN I • PARA EL PLANETA 16

CAPÍTULO 1: MICELIO: FUENTE DE VIDA • **SUZANNE SIMARD** 18

ENFOQUE: BOSQUES ANTIGUOS: GUERREROS DEL CARBONO • **PAUL STAMETS** 22

CAPÍTULO 2: SIN LÍNEAS RECTAS • **JAY HARMAN** 26

DATOS SETÁSTICOS: MICELIO USABLE Y CONSTRUIBLE 33

CAPÍTULO 3: LA WEB DE LA MADERA • **MERLIN SHELDRAKE** 34

DATOS SETÁSTICOS: BILLONES Y BILLONES DE ESPORAS • **NIK MONEY** 37

CAPÍTULO 4: ¡LOCOS POR LAS SETAS! • **GIULIANA FURCI** 40

CAPÍTULO 5: CULTIVAR LA MICOALFABETIZACIÓN • **PETER McCOY** 44

ACTIVISMO MICOLÓGICO 47

CAPÍTULO 6: HONGOS: LOS MEJORES AMIGOS DE LAS ABEJAS • **STEVE SHEPPARD** 48

CAPÍTULO 7: MICORREMEDIACIÓN: DIFICULTADES Y OPORTUNIDADES DE CRECIMIENTO • **DANIEL REYES** 54

ENFOQUE: EL PROYECTO DE MICORRENOVACIÓN DEL AMAZONAS 59

ENFOQUE: LIMPIADORES DE HONGOS 59

CAPÍTULO 8: LA REVOLUCIÓN DE LAS SETAS ESTÁ AQUÍ • **TRADD COTTER** 60

CAPÍTULO 9: EL CIELO SE ESTÁ CAYENDO, PERO HAY UNA RED • **PAUL STAMETS** 64

SECCIÓN II • PARA EL CUERPO 72

CAPÍTULO 10: SETAS: MARAVILLAS FARMACOLÓGICAS • **ANDREW WEIL** 74

ENFOQUE: UN CUENTO DE RECUPERACIÓN • **PAUL STAMETS** 78

DATOS SETÁSTICOS: BENEFICIOS PARA LA SALUD Y VARIEDADES DE HONGOS MEDICINALES 79

CAPÍTULO 11: LOS HONGOS COMO ALIMENTO Y MEDICINA PARA LAS PLANTAS (Y PARA NOSOTROS) • **EUGENIA BONE** 80

DELICIOSAS RECETAS CON SETAS 88

DATOS SETÁSTICOS: LA PRIMERA SETA CULTIVADA 90

CAPÍTULO 12: HOMENAJE DE UN FORRAJEADOR • **GARY LINCOFF** 92

ENFOQUE: GARY LINCOFF: MICO-VISIONARIO (1942 -2018) 95

CAPÍTULO 13: UN HONGO DE INTERÉS • BRITT BUNYARD 96

ENFOQUE: TRUFAS DEL DESIERTO • ELINOAR SHAVIT 98

DATOS SETÁSTICOS: LAS SETAS A TRAVÉS DEL TIEMPO: UNA HISTORIA ANTIGUA • ELINOAR SHAVIT 103

CAPÍTULO 14: CULTÍVALAS TÚ MISMO • KRIS HOLSTROM 104

DATOS SETÁSTICOS: COMER SILVESTRE • KATRINA BLAIR 107

CAPÍTULO 15: SETAS AL PUEBLO • WILLIAM PADILLA-BROWN 108

CAPÍTULO 16: NUESTRO SISTEMA INMUNITARIO GLOBAL • PAUL STAMETS 112

SECCIÓN III • PARA EL ESPÍRITU 118

CAPÍTULO 17: EL RENACIMIENTO DE LA TERAPIA PSICODÉLICA • MICHAEL POLLAN 120

CAPÍTULO 18: PSILOCIBINA EN UN TUBO DE ENSAYO • NICHOLAS V. COZZI 124

CAPÍTULO 19: PUERTAS A LA TRASCENDENCIA • ROLAND GRIFFITHS 128

ENFOQUE: TOCAR LO SAGRADO • ALEX GREY 132

CAPÍTULO 20: UNA GUÍA A TRAVÉS DEL LABERINTO • MARY COSIMANO 136

ENFOQUE: JOHNS HOPKINS, TRANSCRIPCIONES DE LAS SESIONES 138

ENFOQUE: CEREMONIA SAGRADA • ADELE GETTY 140

CAPÍTULO 21: UNA BUENA MUERTE • STEPHEN ROSS 142

ENFOQUE: INVESTIGACIÓN SOBRE LA PSILOCIBINA: UNA RESURRECCIÓN CLÍNICA • CHARLES GROB 147

CAPÍTULO 22: LOS MISTERIOS DEL SER • FRANZ VOLLENWEIDER 148

ENFOQUE: MICRODOSIFICACIÓN: ¿REAL O PLACEBO? 151

CAPÍTULO 23: DE SIMIOS Y HOMBRES • DENNIS McKENNA 152

CONTRAPUNTO: LA TEORÍA DEL SIMIO INTOXICADO • ANDREW WEIL 155

CAPÍTULO 24: EXPERIENCIAS MÍSTICAS A TRAVÉS DE LAS TRADICIONES RELIGIOSAS • ANTHONY BOSSIS, ROBERT JESSE, Y WILLIAM RICHARDS 156

ENFOQUE: CONSEJO DE PRÁCTICAS ESPIRITUALES /INSTITUTO DE INVESTIGACIÓN HEFFTER 159

ENFOQUE: MEDITACIÓN Y PSILOCIBINA • VANJA PALMERS 160

CAPÍTULO 25: CAMBIAR EL JUEGO • PAUL STAMETS 162

EPÍLOGO • LOUIE SCHWARTZBERG 174

AGRADECIMIENTOS • LOUIE SCHWARTZBERG 176

INDEX 178

INTRODUCCIÓN

PAUL STAMETS

PAUL STAMETS es el micólogo más eminente de Estados Unidos. Ha descubierto varias especies nuevas de setas, ha sido pionero en innumerables técnicas nuevas, ha publicado varios *best seller* y ha ganado numerosos premios.

Las setas son misteriosas.

Aparecen espontáneamente con formas y colores espléndidos y desaparecen de la misma manera. Estas sorprendentes apariciones y desapariciones han convertido a las setas en frutos prohibidos durante miles de años. Sólo unos pocos conocedores como los chamanes, los brujos, los sacerdotes y los sabios en herbolaria han llegado a descifrar los misterios que poseen las setas.

Pero ¿por qué?

El miedo a lo desconocido y poderoso es natural. Algunas setas pueden matarte. Otras pueden curarte. Muchas pueden alimentarte. Unas pocas pueden enviarte a un viaje espiritual. Su repentido crecimiento y deceso en el subsuelo de la naturaleza dificulta su estudio. El contacto que tienen con animales y plantas es lo que nos ayuda a descubrir cuáles pueden ayudarnos o hacernos daño. Las setas no son así. Se integran en nuestro paisaje y salen poco después. El recuerdo se desvanece rápidamente y nos preguntamos qué hemos visto.

Los hongos son los frutos de una red oculta de micelio, el tejido celular que hay debajo de cada huella que imprimimos en el suelo. Si te agachas y mueves una piedra o un tronco, verás un conjunto de células difusas y llenas de telarañas que emanan por todas partes. Eso es el micelio, una red de células fúngicas impregnadas en todos los paisajes. Es la base de la red trófica. Mantiene unida toda la vida. Y aun así, estas redes subterráneas que alcanzan la masa de cualquier organismo y cubren miles de hectáreas, se esconden a plena vista; silenciosas, pero sensibles y trabajan sin descanso para crear los suelos que sustentan la vida.

A lo largo de miles de años, hemos acumulado un gran acervo de conocimientos en materia de comestibles. El hambre es buena motivación para encontrar comida. Nuestros antepasados aprendieron que algunas setas no sólo son nutritivas, sino también deliciosas. Las setas aportan proteínas, vitaminas y pueden reforzar nuestro sistema inmune. Son fundamentales en la lucha por la supervivencia de nuestra especie.

Mucha gente comparte recuerdos de excursiones familiares al bosque donde recogieron setas con sus padres y abuelos. Han vivido ese momento de epifanía y comprenden los retos y los riesgos de identificar los comestibles de las especies tóxicas. Conocen la recompensa y la alegría de una deliciosa comida familiar cortesía de la naturaleza. Todo esto puede crear recuerdos que atraviesen generaciones. Muchos huertos de setas son secretos familiares que sólo son compartidos entre su linaje. Es lo que hace la experiencia de las setas: crece en ti. Es como un hilo de micelio a través del tiempo, un puente que conecta a nuestros antepasados con nosotros y con nuestros descendientes en el futuro.

PÁGINA 2-3 *Penacho de azufre* (Laetiporus conifericola). PÁGINA 4 *Especie de seta no identificada*. PÁGINA 6 *Especie de seta desconocida* PÁGINA 9 Coprinellus sp. DE LA ESQUINA SUPERIOR IZQUIERDA, A LA INFERIOR DERECHA *Especie de seta desconocida*; Clathrus sp. (© *Taylor Lockwood*); Hygrocybe conica; Clathrus sp. (© *Taylor Lockwood*); Fistulina hepatica; Omphalotus olearius; Especie de seta desconocida; *Microstoma protractum; Chanterelle*; Laetiporus sulphureus; *Especie de seta desconocida*; Aleuria aurantia.

Creo que es la multiplicidad de beneficios lo que hace que las setas resulten tan atractivas para quienes aprenden sus usos. Es un tema que las culturas indígenas entendían muy bien: las sustancias que están enhebradas en el tejido cultural son aquellas que ayudan a los humanos a sobrevivir.

Aunque gran parte de los conocimientos ancestrales sobre los hongos se perdieron en la historia, muchos de ellos han resurgido científicamente a medida que empezamos a estudiar los hongos en contextos clínicos. La penicilina, elaborada a partir del *Penicillium*, inició la era de los antibióticos y ha salvado millones de vidas. Se descubrió que un hongo endofítico, *Taxomyces andreanae*, sintetiza taxol, que puede tratar ciertos tipos de cáncer. Personalmente descubrí que los extractos de *Fomitopsis officinalis* protegen contra la familia de virus que incluye la viruela. Los hongos suelen tener propiedades antimicrobianas, pueden reforzar el sistema inmunitario y prevenir o curar enfermedades víricas. Pueden hacer mucho y, sin embargo, apenas hemos empezado a descubrir las infinitas posibilidades que ofrece el mundo fúngico para mejorar la salud humana.

Muchas setas comestibles son deliciosas y buenas para la salud. Sin embargo, la mayoría no tienen buen sabor a pesar de no ser venenosas. Lo que en una cultura se considera incomestible, a veces es un manjar en otra. La venenosa *Amanita muscaria* se llama agárico de mosca. Mucho antes de que se inventaran las mosquiteras, los preeuropeos cortaban las setas y las colocaban en platos de leche agria en los balcones de las ventanas para atraer y matar a las moscas.

¿No es una seta para consumir? Podrías pensar que este hongo no pertenece a tu dieta, pero en Asia y otros lugares, los buscadores de setas descubrieron que si se hierven las setas agárico de mosca en agua y se enjuagan tres o más veces, se eliminan las toxinas hidrosolubles y se vuelven comestibles sin efectos nocivos. Los bárbaros de la tradición vikinga consumían este hongo antes de la batalla y se convertían en asesinos casi robóticos, ya que las setas pueden inducir movimientos repetitivos incontrolables y permitir a la persona ignorar el dolor.

En Siberia, los chamanes ingerían *Amanita muscaria*. Con el tiempo descubrieron que los renos consumían su orina presente en la nieve amarilla. Los siberianos utilizaban ese conocimiento para lazar y acorralar a los renos drogados con facilidad. Es increíble que una sola variedad de seta pueda envenenar moscas, pastorear renos, servir de arma a los humanos y alimentar a la gente si se prepara adecuadamente.

Un ingrediente de la evolución de las culturas desde la antigua Europa hasta Norteamérica fue el descubrimiento de los "hongos mágicos", en particular las que contienen psilocibina. Aunque se han utilizado en diversos contextos a lo largo de la historia de la humanidad, estudios clínicos recientes realizados en Estados Unidos y Europa muestran que dosis de psilocina (el principio activo de las setas de psilocibina) pueden ayudar a víctimas de traumas y pacientes terminales con miedo a morir, incluso se asocian a una reducción de tendencias violentas.

Se han ingerido hongos mágicos durante milenios en Europa y México. Conservar las setas de psilocibina en miel es una práctica que sigue vigente en México. Antes de la Ley de Pureza de la Cerveza de Baviera (*Reinheitsgebot*) de 1516, se utilizaban setas para preparar la cerveza. Estos brebajes alucinógenos formaban parte de las prácticas locales de culto a la naturaleza. Algunos arqueobotánicos sospechan que los hidromieles de hongos mágicos figuraban en los primeros rituales europeos y mesoamericanos.

SIGUIENTE DE IZQUIERDA A DERECHA Mucronella sp. (© *TaylorLockwood*); Amanita muscaria; *Especie de seta desconocida*; Cookeina tricholoma.

La miel, las abejas y las setas están íntimamente relacionadas. Hace más de una década colaboré con el cineasta Louie Schwartzberg con el libro y película *Fantastic Fungi*. Hace unos años, Louie terminó una película sobre los polinizadores, *Wings of life*, que incluye murciélagos, mariposas y abejas. Después de ver cómo luchaban las abejas, se preocupó al ver cómo los mayores polinizadores de todos morían en masa. Fue entonces que me preguntó: "Paul, ¿hay algo que puedas hacer para ayudar a las abejas?"

Louie conoce mi trabajo previo con hongos e insectos, su pregunta me recordó un extraño fenómeno acontecido dentro de mi jardín. En 1984, tenía dos colmenas. Una mañana de julio fui a regar mi huerto de setas. Vi un grupo de veinte abejas en la superficie de las virutas de madera. Al examinarlas de cerca, descubrí que estaban sorbiendo un líquido sospechoso excretado por los hilos blancos del micelio. Una corriente interminable de abejas recorrió varios metros desde mis colmenas hasta mi jardín, desde el amanecer hasta el anochecer durante cuarenta días. Las abejas movían las astillas, que eran gigantescos monolitos de madera comparados con sus cuerpos, con tal de dejar al descubierto el micelio más suculento y húmedo escondido ahí debajo. Diariamente, "ordeñaban" este micelio.

Después de conversar con Louie, estas observaciones volvieron a habitar mis pensamientos. Aquella mañana empecé a relacionar las abejas de mi jardín con mi trabajo en el programa de BioDefensa del Departamento de Defensa. Ese proyecto posterior al 11-S me llevó a descubrir que varios extractos de hongos poliporo eran efectivos en la reducción de síntomas presentes en algunos virus agresivos, como la viruela y la gripe. Me pregunté si estos mismos extractos podrían ayudar a las abejas a combatir los virus mortales que los ácaros *Varroa Destructor* infectan en ellas, una de las principales causas del colapso de las colonias de abejas.

Al despertar, supe lo que tenía que hacer: tenía que probar esos extractos en abejas para ayudarlas a defenderse de virus debilitantes.

Cuatro años más tarde, nuestro equipo, en colaboración con la Universidad Estatal de Washington y el Departamento de Agricultura de los Estados Unidos, descubrió que los extractos de micelio de setas poliporas de los bosques reducen los virus que matan a las abejas. Una vez que las abejas ingieren nuestros extractos, las cargas virales de las abejas se reducen y la esperanza de vida de las abejas se alarga. Esta técnica cambió paradigmas, podría ayudar a las abejas a superar el colapso de sus colonias y reforzar la bioseguridad alimentaria mundial. Este avance histórico surgió de la casualidad de que un artista y un científico pensaran juntos.

Las setas son alimento para el cuerpo y medicina para el alma. La película *Fantastic Fungi* y este libro son portales a un mundo maravilloso. En estas páginas, exploraremos estudios que apuntan al micelio como solución a nuestros problemas medioambientales más graves, examinaremos investigaciones que revelan que los hongos son una alternativa viable a la farmacología occidental y conoceremos la maravillosa capacidad demostrada de los hongos para cambiar la conciencia. Bienvenido al subsuelo de los hongos. ¡Todos estamos conectados!

ANTERIOR SUPERIOR CENTRAL Tremella fuciformis (© *Taylor Lockwood*), INFERIOR IZQUIERDA *Micelio*.
INFERIOR DERECHA *Especie de seta desconocida*.

SECCIÓN I

PARA EL PLANETA

Hay un sentimiento en este mundo, el pulso del conocimiento eterno.

Cuando sientes la unidad, estás con nosotros.

Trajimos la vida a la Tierra.

No puedes vernos, pero florecemos a tu alrededor.

En todas partes, en todo, e incluso dentro de ti...

desde tu primer aliento, hasta el último...

en la oscuridad y en la luz.

Somos los más viejos y los más jóvenes.

Somos los más grandes y los más pequeños.

Somos la sabiduría de mil millones de años.

Somos creación.

Somos resurrección.

Somos condenación y regeneración.

El "tercer reino" de los hongos y las setas es un reino de misterio, cuyos secretos esconden el futuro de la vida en la Tierra. En este momento de la humanidad en que las soluciones a los problemas de nuestro planeta parecen tan difíciles de encontrar, el suelo bajo nuestros pies ofrece las respuestas más prometedoras.

Científicos e investigadores de todo el mundo, formados en universidades e inspirados por su pasión por el planeta, están descubriendo la capacidad de éste para curarse a sí mismo en las redes subterráneas de organismos interconectados. La inteligencia innata de estas redes es el resultado de miles de millones de años de evolución, tenemos mucho que aprender.

En esta sección, los expertos exploran cómo los humanos pueden utilizar los hongos para restaurar nuestro planeta.

MICELIO: FUENTE DE LA VIDA • **SUZANNE SIMARD** (*pág.18*)

ENFOQUE: BOSQUES ANTIGUOS: GUERREROS DEL CARBONO • PAUL STAMETS

SIN LÍNEAS RECTAS • **JAY HARMAN** (*pág.26*)

DATOS SETÁSTICOS: MICELIO USABLE Y CONSTRUIBLE

LA WEB DE LA MADERA • **MERLIN SHELDRAKE** (*pág.34*)

DATOS SETÁSTICOS: BILLONES Y BILLONES DE ESPORAS • NIK MONEY

¡LOCOS POR LAS SETAS! • **GIULIANA FURCI** (*pág.40*)

CULTIVAR LA MICOALFABETIZACIÓN • **PETER McCOY** (*pág.44*)

ENFOQUE: ACTIVISMO MICOLÓGICO

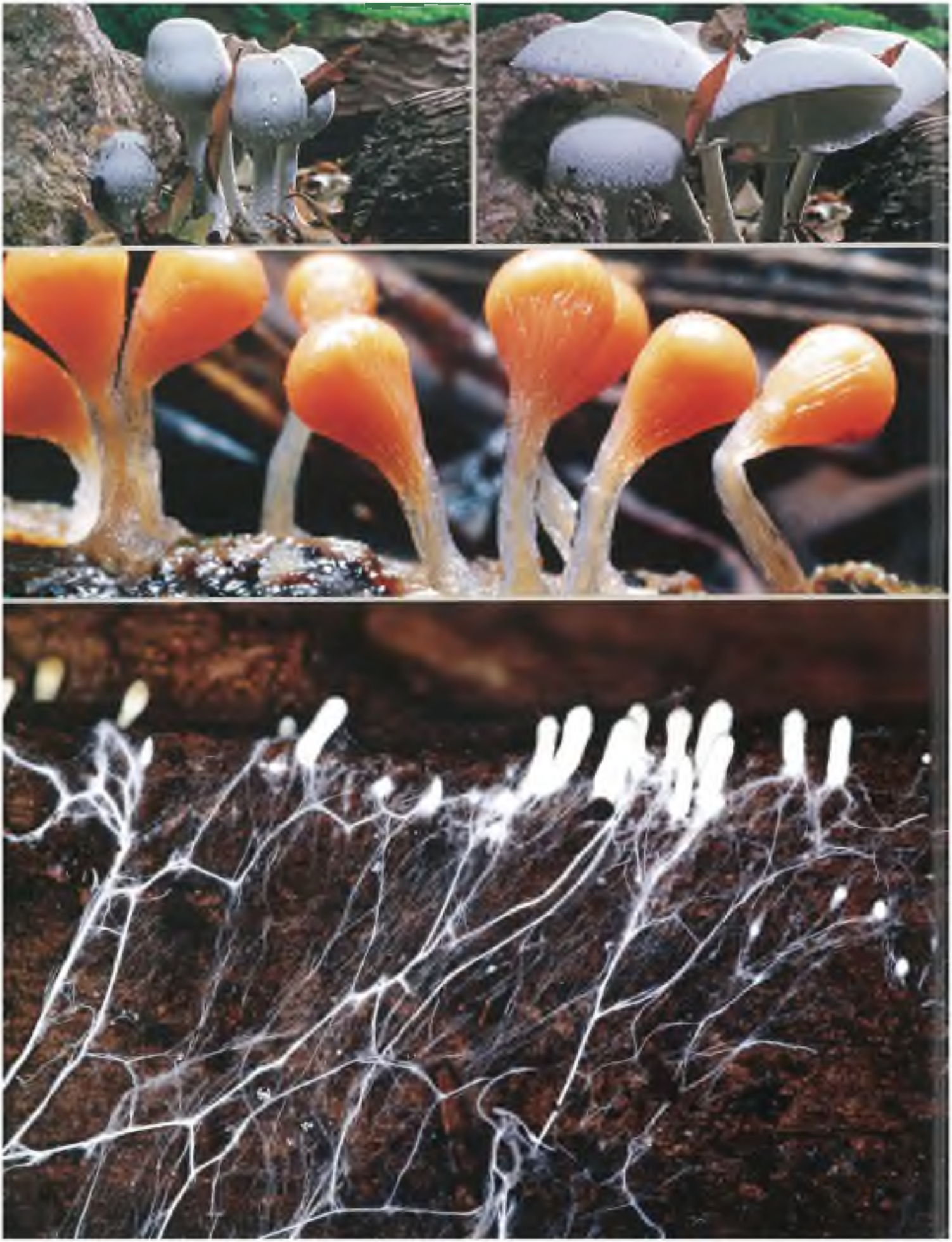
HONGOS: LOS MEJORES AMIGOS DE LAS ABEJAS • **STEVE SHEPPARD** (*pág.48*),
MICORREMEDIACIÓN: DIFICULTADES Y OPORTUNIDADES DE CRECIMIENTO •
DANIEL REYES (*pág.54*)

ENFOQUE: EL PROYECTO DE MICORRENOVACIÓN DEL AMAZONAS

ENFOQUE: LIMPIADORES DE HONGOS

LA REVOLUCIÓN DE LAS SETAS ESTÁ AQUÍ • **TRADD COTTER** (*pág.60*)

EL CIELO SE ESTÁ CAYENDO, PERO HAY UNA RED • **PAUL STAMETS** (*pág.64*)



CAPÍTULO 1

MICELIO: FUENTE DE VIDA

SUZANNE SIMARD

SUZANNE SIMARD es profesora de ecología forestal en el Departamento de Ciencias Forestales y Conservación de la Universidad de Columbia Británica, en Vancouver.

Lo que ocurre bajo el suelo de un bosque es tan interesante e importante como lo que ocurre sobre él. Una vibrante red de hilos microscópicos recicla el aire, el suelo y el agua en un ciclo continuo de equilibrio y reposición. La supervivencia no depende del más fuerte, sino del más cooperativo.

Imagina un tronco que alguna vez fue un árbol. Tal vez murió de viejo o se infectó por una enfermedad y se cayó. Al hacerlo, los hongos se extendieron por el tronco desde la tierra y empezaron a descomponerlo. Estos hongos forman parte de una vasta red de vegetación subterránea llamada micelio, compuesta por diminutos hilos de vida orgánica en forma de telaraña llamados hifas. Es entonces que este tronco es ocupado por miles de kilómetros de micelio, que utiliza sus hongos para enviar enzimas y ácidos orgánicos para descomponer la lignina de las paredes celulares de la madera, que es lo que le da su estructura y resistencia.

En el proceso de descomposición, la madera libera sus nutrientes. Esos nutrientes quedan a disposición de otros organismos de la red trófica, incluido el mismo hongo que distribuye los nutrientes a través del micelio. Tras muchas dificultades, estas redes salen a la superficie y forman las setas, que son las estructuras reproductoras de los hongos. Las setas son literalmente "la punta del *iceberg*". Cuando vemos setas, en realidad hay una vasta red de micelio oculta en el suelo bajo ellas. Sólo un 10 por ciento de todos los hongos producen setas. Pero cuando recolectas una seta, estas parado sobre una vasta red oculta de micelio fúngico que se extiende por debajo de cada pisada. Estas redes son la base de la vida. Crean los suelos que nutren toda la vida terrestre. Sin hongos, no tenemos suelo. Sin suelo, no hay vida.

Sin esta metamorfosis, el planeta se asfixiaría y los bosques estarían a kilómetros de profundidad en descomposición orgánica. La única razón por la que podemos caminar por la mayoría de los bosques es porque miles de especies de hongos están descomponiendo todo el residuo orgánico del suelo forestal, reciclando la materia muerta y comenzando la renovación de la vida.

Una vez que el tronco empieza a descomponerse y a liberar nutrientes, otros organismos como los ácaros y los nematodos hacen su trabajo y empiezan a comerse los hongos, los restos de madera y otros materiales orgánicos, que al finalizar excretan. Parte de eso acaba en el ciclo de los nutrientes, luego llegan otros bichos como los colémbolos o las arañas y se comen a los nematodos, luego otras criaturas se comen a los colémbolos y a las arañas, así va subiendo por la cadena alimentaria hasta llegar a organismos cada vez más grandes. Incluso las setas se convierten en alimento para las ardillas, finalmente algo se comerá a la ardilla, quizás un pájaro, quizás un oso. Todo está relacionado con ese hongo

ANTERIOR SUPERIOR IZQUIERDA Y DERECHA *Leucocoprinus cepistipes*. EN MEDIO *Hemitrichia* sp. (© *Taylor Lockwood*). INFERIOR *Micelium*.

descomponedor de madera original. Cuando cada organismo llega al final de su vida, vuelve al suelo y continúa reponiendo el ciclo.

En todos los ecosistemas, la muerte y la descomposición son el principio fundamental de la vida. Si un bosque nunca pasara por este proceso, no podría regenerarse. Se acumularían árboles viejos y moribundos, dejando pocos huecos para los jóvenes. Los árboles viejos absorberían la luz, el agua y los nutrientes. Los organismos agentes de descomposición, como los hongos, son cruciales para ese proceso de regeneración. Son los componentes básicos del ecosistema, el punto de partida fundamental para el crecimiento de un bosque.

ÁRBOLES MADRE Y SUS SOCIOS FÚNGICOS

Los bosques son lugares increíblemente complejos, con árboles de tamaños y composiciones diferentes según el tipo de bosque. Hay árboles pequeños que crecen en el sotobosque, y luego están los progenitores, los grandes árboles que proporcionan las semillas para la continua diversidad y la salud generacional del bosque. A los árboles más grandes y viejos los llamamos Árboles Madre, porque están conectados bajo tierra con toda la comunidad de árboles que los rodean a través de lo que llamamos un hongo micorrícico.

Un hongo micorrícico es un tipo especial de organismo que forma una relación simbiótica con el árbol. Enrolla su cuerpo fúngico alrededor de las partículas del suelo, extrayendo nutrientes y agua que luego son llevadas a las raíces del árbol. A cambio de este valioso alimento, el árbol obliga al hongo a proporcionarle los azúcares que necesita para sobrevivir. Estos azúcares están impregnados del carbono que el árbol ha acumulado mediante la fotosíntesis.

El cambio climático es el resultado de la acumulación de gases de efecto invernadero en la atmósfera, y el dióxido de carbono (CO_2) es el mayor culpable. El dióxido de carbono es también lo que las plantas fotosintetizan. Depositan ese carbono en distintos lugares, como las hojas y el tronco. Ahora sabemos que el 70% o más de ese carbono va a parar al subsuelo[1]. Primero se almacena en las paredes celulares de las plantas, luego es remplazado por nutrientes a través de intercambios radiculares con hongos micorrícicos. Una vez que el carbono ha sido absorbido por estos hongos, puede permanecer bajo tierra durante miles de años. Cuando el micelio muere, también bloquea el carbono durante largos periodos de tiempo, constituyendo una reserva de carbono para el futuro.

Estos hongos micorrícicos forman una red de hilos que se unen a las raíces de otros árboles aledaños sin importar la especie y los conectan a todos como cables telefónicos subterráneos. Los Árboles Madre tienen los sistemas radiculares más grandes y el mayor número de puntas radiculares entrelazadas con estos hongos, por lo que conectan con más árboles.

A menudo pensamos en el reconocimiento familiar como un comportamiento animal, pero nuestra investigación ha demostrado que estos Árboles Madre también reconocen a sus propios parientes, sus vástagos, a través de estas redes micorrícicas, además de que se comunican entre sí a través del carbono[2]. Los árboles más fuertes ayudan a los más débiles regulando el flujo de carbono entre ellos. Si un Árbol Madre sabe que hay plagas cerca y que su descendencia está en peligro, aumentará su entorno competitivo. Un buen ejemplo es la *Leucaena leucocephala* (comúnmente conocida como árbol de hoja blanca o tamarindo de río), originaria del sur de México y el norte de Centroamérica. Cuando detecta una especie amenazadora, libera una sustancia química en el suelo que detiene su crecimiento. Es algo mágico y no podría ocurrir sin los hongos.

Los científicos han estado obsesionados con la competencia y la supervivencia del más fuerte desde que Charles Darwin planteó la teoría de la selección natural. En muchos sentidos, nuestros instintos competitivos innatos influyen en nuestra forma de vernos y gestionar el mundo natural que nos rodea. Tendemos a favorecer a los individuos grandes y fuertes, los que están mejor posicionados para ganar en un combate. Lo hacemos en la silvicultura, la agricultura y la pesca. Sin embargo, la forma en que las personas se comportan y prosperan depende de una comunidad. En el bosque no es diferente. La cooperación que se da entre árboles y plantas es tan importante como la competencia, lo que les permite trabajar juntos para adaptarse a los cambios y amenazas de su entorno.

"Manteniendo y protegiendo las plantas, los bosques y las redes de hongos, ayudaremos a sostener una comunidad bella y resistente que es también un motor natural para restaurar y mantener un planeta sostenible."

Siempre hemos pensado que las plantas, los árboles y los hongos son objetos inertes que no interactúan entre sí, que no construyen nada. Pero mi trabajo y el de otros está demostrando que se necesitan mutuamente para compartir la carga y crecer como uno solo: tú haces esto, yo hago eso y juntos prosperaremos. Esto me da una esperanza increíble. La naturaleza quiere curarse a sí misma; aunque intentes hacer un hueco, las plantas lo rellenarán. Quieren estar ahí. Simplemente aparecen y empiezan a hacer lo suyo. Así que manteniendo y protegiendo las plantas, los bosques y las redes de hongos, ayudaremos a sostener una comunidad hermosa y resistente que es también un motor natural para restaurar y mantener un planeta sostenible.

NOTAS

1. T. A. Hall and J. A. Schulz, "Soil Carbon Storage," *Nature Education Knowledge* 3, no. 10 (2012): 35, https://www.nature.com/scitable/knowledge/library/soil-carbon-storage-84223790.
2. Monika A. Gorzelak, Amanda K. Asay, Brian J. Pickles y Suzanne W. Simard, "Inter-Plant Communication through Mycorrhizal Networks Mediates Complex Adaptive Behaviour in Plant Communities," *AoB PLANTS* 7, no. 1 (enero 2015), https://academic.oup.com/aobpla/article/doi/10.1093/aobpla/plv050/201398.

ARRIBA *Un hongo no identificado y micelio en la corteza de un árbol.*

ENFOQUE:

BOSQUES ANTIGUOS: GUERREROS DEL CARBONO

Nací el 17 de julio de 1955. En aquella época, los niveles de dióxido de carbono en el planeta eran de 310 a 320 partes por millón. Ahora, estamos por encima de 400 partes por millón, más alto que en cualquier otro momento en al menos los ultimos ochocientos mil años.[1] Eso es más de un 20% de aumento en mi vida. Tales ciclos geoatmosféricos suelen tardar miles o incluso millones de años en producirse y lo estamos viendo en menos de sesenta años. En términos de ciclos geológicos, esto es repentino, casi instantáneo. Los científicos hacen sonar las alarmas mientras los negacionistas esconden la cabeza bajo el suelo. Es momento de hacer algo.

La ciencia ha establecido claramente que las redes de micelio actúan como el sumidero de almacenamiento biológico de carbono más importante, incluso más de lo que se almacena en la flora y los árboles sobre el suelo.[2] Pero necesitamos ambos, los bosques antiguos son el mejor almacenamiento de carbono sobre el suelo de todo el mundo. Antes, la métrica para medir el valor de un bosque antiguo era el valor económico de la madera. Pero esa métrica está siendo rápidamente contrarrestada por los avances de la ciencia.

Estamos en peligro. A medida que deforestamos el planeta y talamos los bosques antiguos, aceleramos la pérdida de carbono, el aumento de la temperatura y la devastación de la ecósfera. La biodiversidad cae en picada. Los seres humanos sufren pobreza, enfermedades e insostenibilidad. Esto se ha demostrado.[3] En comparación, los ecosistemas forestales intactos proporcionan más servicios ecológicos que la mera producción de madera. Limpian el agua, dan sombra y proporcionan a las comunidades plantas, insectos y animales. Proteger nuestros bosques es esencial no sólo para nuestra supervivencia actual, sin para la de las futuras generaciones.

ANTERIOR SUPERIOR IZQUIERDA Y DERECHA *Un hongo parásito comestible que suele se encuentra en la Patagonia, sur de Chile y Argentina* (Cyttaria harioti).
INFERIOR *Cola de pavo* (Trametes versicolor).
IZQUIERDA *Schizophyllum commune*
SIGUIENTE PÁGINA Cookeina sulcipes

—PAUL STAMETS

NOTAS

1. [illegible] "Climate Change: Atmospheric Carbon Dioxide," [illegible] new/features/understanding-climate/climate-change-atmospheric-carbon-dioxide
2. K. E. Clemmensen et al., "Roots and Associated Fungi Drive Long-Term Carbon Sequestration in Boreal Forest," Science (marzo 29, 2013):1615–18; T. A. Ontl and L. A. Schulte, "Soil Carbon Storage," *Nature Education Knowledge* (2012): 35.
3. [illegible]

CAPÍTULO 2

SIN LÍNEAS RECTAS

JAY HARMAN

JAY HARMAN es Consejero Delegado y principal inventor de PAX Scientific, Embajador de Invenciones AAAS-Lemelson y profesor adjunto de la Universidad Curtin de Perth Australia.

La naturaleza nos ha mantenido vivos desde el principio de la vida humana. Su creatividad e innovación nos muestran cómo construir una sociedad verdaderamente sostenible.

Si lo piensas, la naturaleza existe desde hace mucho tiempo, casi cuatro mil millones de años. La mayoría de las especies que han existido se han extinguido, el 99,999% para ser exactos. Muchas pruebas de quiénes eran, qué hacían y cómo se diseñaron siguen estando en los registros fósiles. Hoy en día, tenemos al menos tres millones de especies de hongos en la Tierra. Algunos investigadores creen que puede haber otros cien millones o más por descubrir.[1] Cada una de esas especies puede contener soluciones a los problemas que los humanos intentamos resolver a diario en nuestro mundo altamente tecnificado.

La biomímesis es el arte y la ciencia de resolver problemas humanos complejos inspirándose y aprendiendo de la naturaleza. Los humanos llevan haciendo esto al menos un millón de años, desde los aborígenes que fabricaban bumeranes, que son maravillosas copias de las alas de los pájaros, hasta la forma en que construimos la cerámica siguiendo el modelo de los nidos de la avispa alfarera. Así fue hasta el inicio de la Revolución Industrial. Ahora, la "micomímesis" puede ser la plantilla de la creatividad para lanzar nuevas soluciones basadas en la astucia de estas redes fúngicas.

Antes de que se impusiera la fabricación en cadena, los humanos no construían las cosas en línea recta, salvo quizá los edificios. Incluso los barcos se construían de forma intuitiva, adoptando las proporciones y formas de los peces y las aves marinas. Eran extremadamente fuertes y eficaces en su trabajo. Sin embargo, al principio de la Revolución Industrial llegaron fuerzas explosivas como las máquinas de vapor accionadas por pistones. Todo empezó a favorecer las líneas rectas, por primera vez en la historia, la gente aplicó las leyes de la física newtoniana.

Tenía mucho sentido. Facilitaba las cosas. La producción en masa se agilizó y se volvió fundamental, junto con el uso del vapor y la combustión interna. A medida que la humanidad se adentraba en este paradigma, empezó a diseñar herramientas planas, rectas y ajenas a la naturaleza. Si necesitábamos más energía, no nos preocupábamos por la eficiencia perfecta, que es usar lo mínimo para producir lo máximo, simplemente añadíamos más combustible. Eso funcionó durante bastante tiempo hasta que esa ineficiencia energética, junto con una creciente escasez de materiales, empezó a crear consecuencias negativas, cada una multiplicada por mil de millones de personas que habitamos el mundo.

ANTERIOR Aloe polyphylla.

SOLUCIONES PROCEDENTES DE LA NATURALEZA

Desde el punto de vista de la naturaleza, no existe la línea recta ni la escasez de energía. Nunca la ha habido y nunca la habrá. Todo en nuestro universo está hecho de energía. Incluso los objetos sólidos. Se enseña en la escuela secundaria. Cada átomo está hecho de pequeños campos de energía con forma de remolino, la forma favorita de la naturaleza, desde la galaxia más grande hasta las partículas subatómicas. La misma geometría, el mismo tipo de giro. Cuando me di cuenta de esto, pensé: "Si un mecanismo fundamental en la naturaleza es un remolino, quiero entenderlo". Así fue como dediqué varios años de mi vida a capturar la geometría real de un remolino, cuando finalmente lo hice, puse ese conocimiento en uso. Creé un sencillo dispositivo que mantiene en movimiento el agua de los depósitos municipales, algunos de hasta diez millones de galones, para evitar el estancamiento y la acumulación de bacterias.

Hay infinidad de ejemplos en los que la naturaleza aporta una solución. Tomemos, por ejemplo, los daños de la exposición a los rayos ultravioleta. El cáncer de piel no melanoma es el más frecuente en Estados Unidos, por lo que es de vital importancia utilizar protección solar.[2] Existen cerca de 1,800 variedades de protectores solares en el mercado, pero la mayoría no son muy buenos. Bloquean los rayos UVA o UVB, pero no ambos, y todos contienen sustancias químicas que se frotan contra la piel. Según los investigadores, muchas de ellas son más peligrosas para la salud que la exposición real al sol.[3]

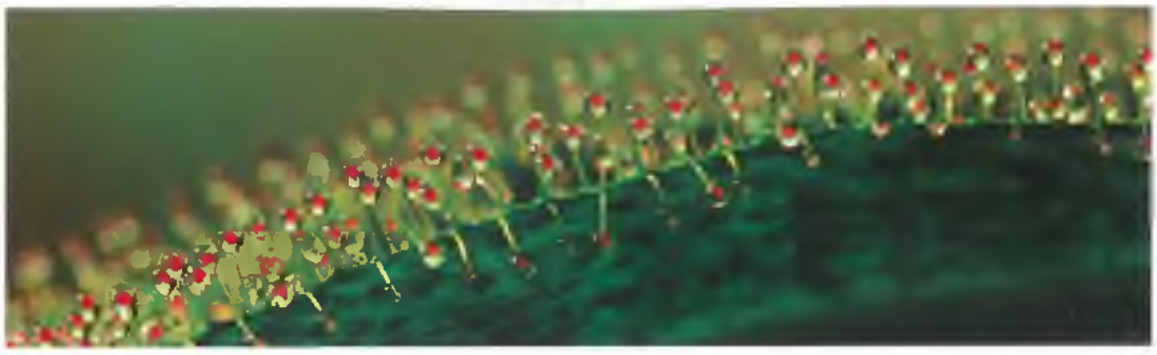
"En mayo de 2018, el estado de Hawái aprobó una ley que prohíbe la venta o distribución de protectores solares de venta libre que contengan oxibenzona y octinoxato. Un estudio del laboratorio Haereticus Environmental, una organización científica sin ánimo de lucro descubrió que las sustancias químicas dañaban los corales expuestos, causando blanqueamiento, deformidades, daños en el ADN y, en última instancia, la muerte."

—JAY HARMAN

Así que unos cuantos se pusieron a pensar: La naturaleza está llena de especies que se enfrentan a la exposición ultravioleta sin sufrir enfermedades cutáneas. ¿Cuáles son sus estrategias? Una de ellas es especialmente interesante: el sudor del hipopótamo. Es impermeable, antiséptico, antifúngico, antiparasitario y además, elimina los rayos UVA y UVB. Se pone una gota en la mano y se extiende sola. Los investigadores están aplicando ingeniería inversa a esas moléculas, lo que probablemente reescribirá la historia de los protectores solares y sacudirá por completo la industria.

Aquí hay otro ejemplo: todos conocemos las telarañas, cinco veces más resistentes que el mejor acero del mundo en relación resistencia-peso. Una cosa interesante de las telarañas es que los pájaros no vuelan dentro de ellas. ¿Por qué? Resulta que la naturaleza tiene una estrategia para mantenerlos separados: la araña teje pequeños reflectores UV en toda su tela. Nosotros no los vemos, pero los pájaros sí. Una empresa alemana ha creado un producto llamado Ornilux que imita esa tecnología tejiendo pequeños reflectores de UV a través de láminas de cristal. Se calcula que mil millones de pájaros mueren cada año al chocar contra ventanas de cristal. Ya se ha demostrado que estos pequeños reflectores pueden reducir esos choques en más de un 70%. Podemos salvar setecientos millones de aves al año aplicando esa tecnología.

SUPERIOR Gyrodon merulioides (© *Taylor Lockwood*). INFERIOR ANTERIOR *El patrón del agua sobre una playa de arena.*



SEL RESULTADO BIOMIMÉTICO

Desde el inicio de la Revolución Industrial, la sostenibilidad no ha sido un problema, no ha formado parte de nuestra conciencia. Cuando empecé en el Departamento de Pesca y Vida Silvestre a finales de los 60, oí hablar de las palabras *contaminación* o *sostenibilidad*. Afortunadamente, la concienciación está aumentando ahora, porque ya no podemos ignorar lo que está ocurriendo. He hablado con jóvenes en escuelas y universidades de todo el mundo, entre todos ellos hay una actitud de extremo pesimismo debido al futuro del planeta.

> *"Estamos ante una revolución, un cambio tecnológico, un giro de nuestra trayectoria como no hemos visto antes".*

A pesar de estos potenciales prohibitivos, tenemos capacidades para centrarnos en vías alternativas para avanzar. Cada vez se reconoce más que la naturaleza puede enseñarnos soluciones para restaurar la sostenibilidad y crear un futuro viable para el planeta y sus especies, incluida la humana. Hemos logrado conseguir herramientas y capacidades para comprender la naturaleza y aplicar ingeniería inversa a sus sistemas.

Hoy hay más licenciados universitarios que en ningún otro momento de la historia, jóvenes que quieren hacer algo más. Siempre que doy una charla sobre estas posibilidades, los chicos cobran vida. De repente ven que no están condenados a muerte, que existen todas estas oportunidades y que pueden reinventar su mundo. Estamos ante una revolución, un cambio tecnológico, un giro de nuestra trayectoria como no hemos visto antes. Un cambio fundamental masivo. No tengo ninguna duda de que sucederá. Está ocurriendo. Y aquí te enseño la evidencia.

En el siglo XXI, todas las decisiones se reducen a la cuenta de resultados, porque el mundo está dirigido por economistas y contables. Si algo afecta a los resultados, se factoriza en la ecuación. Si no, se convierte en fantasía. La biomímesis afecta a la cuenta de resultados de forma drástica y positiva. En la práctica, el uso de la química verde y otras soluciones biomiméticas elimina la responsabilidad civil, lo que es muy importante porque el mundo se financia en gran medida con los dólares de las compañías de seguros que siempre están buscando maneras de minimizar la exposición. Los enfoques biomiméticos también pueden reducir el consumo de energía y la contaminación.

En un público educado, siempre hay ganas de hacer lo correcto. Ahora estamos en ese momento. Lo que está en juego es mucho más importante que nunca. Incluso las grandes empresas quieren ser consideradas sostenibles y están empezando a apoyar este tipo de movimiento. No se trata de "lavado verde", sino que realmente quieren formar parte del equipo. La biomímesis es fresca y emocionante, porque cada día hay nuevos descubrimientos impresionantes que la gente está notando. Prestan atención, quieren conocer la próxima entrega, la próxima mejor idea. Si ese próximo mejor producto es a la vez biomimético y sostenible, es una poderosa fuerza motriz.

ARRIBA *Venus atrapamoscas*. ANTERIOR *La hedionda velada* (Dictyophora duplicata).

INTELIGENCIA MICELIAL

No se puede hablar de la inteligencia innata de la naturaleza sin reconocer el misterio del micelio y las setas. Si tenemos en cuenta que nuestro ADN es tan parecido al micelio y estudiamos los patrones de crecimiento del micelio, descubrimos que es prácticamente igual que nuestro sistema nervioso, nuestro sistema venoso o incluso la distribución de las estrellas en el universo.[4] El micelio no sólo es equivalente en diseño a nuestras propias vías neuronales, sino también similar en la forma en que utiliza electrolitos e impulsos eléctricos.

La aplicación de propiedades fúngicas como medicina y para la recuperación del medio ambiente avanza rápidamente, mientras que un número creciente de empresas utilizan las propiedades del micelio para crear productos industriales como esteras, materiales de construcción y espumas de alto rendimiento.[5]

"Cada vez más empresas aprovechan las propiedades del micelio para crear productos industriales como esteras, materiales de construcción y espumas de alto rendimiento".

¿Sugiere esto una inteligencia única? Para mí, es espeluznante de la manera más maravillosa cuando ves lo que hacen los micelios: sostienen la vida. Convierten la vida. Transportan vida. Reciclan la vida. Pueden curarte. Pueden limpiar el medio ambiente. Incluso pueden cambiar nuestra conciencia. Y pueden sobrevivir prácticamente a todo. Son seres realmente extraordinarios.

Hace poco leí un artículo de unos físicos que especulaban sobre qué especies se apoderarían de la Tierra si los humanos se extinguieran. Había dos corrientes de pensamiento. Una favorecía a los cefalópodos, como el calamar y el pulpo, porque son muy inteligentes. Tienen la mayor relación ojo-cuerpo-peso de todos los animales, son fáciles de entrenar y sus capacidades van mucho más allá que las de cualquier otra criatura del planeta. La otra corriente de pensamiento se decanta por los micelios, no sólo porque son la especie más común en la Tierra, sino también porque están por todas partes y forman parte de todas las funciones que sustentan la vida. No habría plantas en la Tierra, ni animales, ni seres humanos si no existiera el micelio, porque dependemos de él para vivir.

NOTAS

1. Brendan B. Larsen, Elizabeth C. Miller, Matthew K. Rhodes, y John J. Wiens, "Inordinate Fondness Multiplied and Redistributed: The Number of Species on Earth and the New Pie of Life," *The Quarterly Review of Biology* 92, no. 3 (2017): 229-265, https://www.journals.uchicago.edu/doi/abs/10.1086/693564.
2. "Skin Cancer (Non-Melanoma): Statistics," Cancer.net, last modified January 2018, consultado en julio 2018, https://www.cancer.net/cancer-types/skin-[illegible]/statistics.
3. "12th Annual EWG Sunscreen Guide," EWG.org, consultado en julio 2018, https://www.ewg.org/sunscreen/report/executive-summary/#.W1QReNJKhPY; "Are Sunscreens Safe?" *Scientific American*, consultado en julio 2018, https://www.scientificamerican.com/article/are-sunscreens-safe/.
4. Carl Zimmer, "Getting to Know Your Inner Mushroom," *National Geographic*, May 22, 2013, consultado en julio 2018, https://www.nationalgeographic.com/science/phenomena/2013/05/22/getting-to-know-your-inner-mushroom/.
5. "The Mycelium Biofabrication Platform," consultado en julio 2018, https://ecovativedesign.com/.

DE ARRIBA HACIA ABAJO Mylo™, un material similar al cuero hecho de células de micelio, creado por Bolt Threads. ANTERIOR *Especie de seta desconocida.*.

DATOS SETÁSTICOS: MICELIO USABLE Y CONSTRUIBLE

A medida que los investigadores se han familiarizado con las propiedades del micelio y de ciertos hongos (por no hablar de su valor como recursos renovables), las aplicaciones de los productos se han multiplicado.

Uno de los primeros fueron los sombreros y bolsos, muy populares en Rumanía, fabricados con las suaves fibras de fieltro del hongo amadou (conocido como *Fomes fomentarius* u hongo yesquero por su uso histórico durante la Edad de Hielo para transportar la llama). En una de las últimas innovaciones, el fabricante de calzado alemán nat-2 y la empresa de diseño Zvnder han utilizado la estructura fibrosa y maleable del amadou y el micelio para producir "piel de seta", que ya aparece en carteras y zapatillas. Bolt Threads transforma el micelio en tejidos de alto rendimiento.

Dada su resistencia, durabilidad y potencial para cambiar de forma, una aplicación especialmente prometedora ha sido el cultivo y procesamiento del micelio para usos industriales. El diseñador industrial Ecovative está probando productos y prototipos que incluyen paneles, bloques de construcción, muebles e incluso espuma. MycoWorks, fundada por el artista de instalaciones Philip Ross, está empezando a crear materiales de construcción a partir de residuos agrícolas utilizando micelio y ciertos hongos, como el reishi.

CAPÍTULO 3

LA WEB DE LA MADERA

MERLIN SHELDRAKE

MERLIN SHELDRAKE se doctoró en ecología tropical y micología por la Universidad de Cambridge. Su investigación versa sobre la ecología de las redes de hongos micorrícicos en las selvas tropicales panameñas, donde trabajó como becario de investigación del Smithsonian.

Aunque Internet es una metáfora útil del funcionamiento de las redes fúngicas en la Tierra, no capta del todo su complejidad dinámica. Cada colaborador orgánico está dotado de un don único y responde activamente a las condiciones cambiantes.

Los hongos son fascinantes porque pueden hacer cosas que otros organismos no pueden. Pueden digerir cosas que otros organismos no pueden digerir. Algunos no se molestan en tener sexo. Son metabólicamente ingeniosos. Algunos pueden compartir información genética con otros hongos. Confunden nuestros sistemas de taxonomía, por lo que son difíciles de clasificar, pero también es divertido pensar en ellos. Por todo ello, aún queda mucho por descubrir sobre los hongos, por lo que resulta emocionante explorar las redes fúngicas y cómo enhebran los ecosistemas.

Los hongos micorrícicos son una amplia categoría de hongos. Se llaman micorrícicos, porque se relacionan con las raíces de las plantas. *Myco* significa "hongo" y *rhiza o rhizal* significa "raíces", por lo que micorrícico significa "hongo de raíz". Crecen muy cerca de las raíces de las plantas y su micelio se extiende por el suelo.

Los hongos micorrícicos son muy antiguos y casi todas las plantas han establecido algún tipo de relación con ellos.[1] Se cree que ayudaron a los antepasados de las plantas actuales a llegar a la tierra hace unos cuatrocientos cincuenta millones de años. Los antepasados de las plantas terrestres eran algas que vivían en el agua. Eran capaces de hacer fotosíntesis, producir energía a partir de luz y dióxido de carbono, pero no eran muy buenas absorbiendo nutrientes de sustratos sólidos. Cuando empezaron a llegar a costas pantanosas, se encontraron con hongos capaces de digerir sólidos, y ambos iniciaron una relación de intercambio que persiste hoy en día.

Por eso las redes micorrícicas se comparan a menudo con el Internet. Aunque a primera vista tiene sentido, las redes fúngicas son mucho más complejas e interesantes. La diferencia más obvia es que el Internet conecta a las personas a través de hardware, como cables y *routers*, y señales electromagnéticas que, en sí mismas, carecen de vida. Las redes micorrícicas consisten principalmente en *"wetware"*: los actores principales no son pasivos, sino activos. A diferencia de los cables pasivos, son agentes con intereses, que toman decisiones momento a momento sobre cómo gestionar su supervivencia. Lo mismo ocurre con las plantas. La "*Wood Wide Web*" es una red de actores activos.

La frase *Wood Wide Web* es muy útil, porque comunica una idea de organismos conectados. En Panamá, estuve estudiando un tipo de plantas llamadas micoheterótrofas, que se diferencian de las plantas normales porque no tienen clorofila, lo que significa que no producen su propia energía mediante el proceso de fotosíntesis. La pregunta entonces es ¿cómo existen?

ANTERIOR *Hongo coralino en un abeto.*

De algún modo, son capaces de conectarse a redes de hongos y adquirir azúcares y nutrientes de otras plantas a través de los hongos. Las plantas verdes convencionales conectadas en red dentro de la *Wood Wide Web* introducen compuestos a base de carbono en la red y reciben nutrientes de los hongos. Es un intercambio bidireccional. Estas plantas no hacen eso. Reciben tanto nutrientes como carbono de la red, por eso se dice que son los *hackers* de la *Wood Wide Web*. Como todo el carbono de la red tiene que proceder en última instancia de las plantas, los micoheterótrofos demuestran que el carbono puede pasar de una planta a otra a través de la red.

Los micoheterótrofos son un magnífico ejemplo de las muchas formas en que las plantas y hongos pueden comportarse dentro de estas redes. Se trata de sistemas complejos; hay muchas formas de interactuar. La relación entre los hongos micorrícicos y las plantas es mutualista, ambos se benefician, aunque a veces una planta o un hongo obtiene más que el otro. Es una relación flexible y fluida que se adapta a las circunstancias cambiantes.

Cuando pensamos en estos intercambios, surge la pregunta. ¿Cómo se regulan y negocian estos intercambios entre plantas y hongos? Los humanos tendemos a pensar en términos humanos. Algunos recurren a teorías de "mercado biológico" para explicar las interacciones entre plantas y hongos, piensan que plantas y hongos participan en sanciones e inversiones y obtienen recompensas de mercado. Otros conceden más generosidad a los actores, describiéndolos como cuidadores que donan y alimentan a los que no tienen suficiente: un marco más socialista. Estos conceptos son algo útiles, pero no dejan de tener un origen humano; no superan el hecho de que aún no tenemos una comprensión sofisticada de cómo se comportan estas redes de hongos, que en última instancia puede que no reflejen un marco humano en absoluto.

Estos misterios son otra de las razones por las que la micología es fascinante, más allá del ámbito académico. Cada vez conozco a más personas que se interesan por el funcionamiento biológico del reino fúngico, simplemente por curiosidad o porque oyen hablar de algunas de las muchas aplicaciones potenciales de los hongos. A muchos de mis colegas, por ejemplo, les preocupan los problemas de la degradación medioambiental y el futuro sostenible. Algunos ven la micología como parte de la solución a varios de los problemas a los que nos enfrentamos. Hay muchas preguntas sin respuesta y el campo es bastante abierto, lo que hace que la ciencia y la investigación sean muy divertidas.

NOTAS

1. [illegible] "Mycorrhizal Symbiosis: Ancient Signaling Mechanisms Coopted," *Current Biology* 22, no. 23 (2012): [illegible] https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0960982212012067.
2. [illegible] "Plants, Fungi and Oomycetes: A 400 Million Year Affair That Shapes the Biosphere," *New Phytologist* (marzo 20, 2015), DOI/[illegible]
3. [illegible] "A Phosphorus Threshold for Mycoheterotrophic Plants in Tropical Forests," *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences* (febrero 1, 2017), DOI/[illegible]

DATOS SETÁSTICOS: BILLONES Y BILLONES DE ESPORAS

Me hipnotiza la aparente inmovilidad de los hongos. Cuando los observamos en el campo, vemos un cuerpo fúngico fructífero que aparentemente no hace nada. Pero si se observa una seta a nivel microscópico y se estudia lo que ocurre debajo de la superficie, se ve un bosque de esporas que se desprenden de las branquias de forma continua. Sabemos por cálculos que cada segundo se liberan unas treinta mil esporas de una sola seta. Es decir, ¡miles de millones de esporas de un solo cuerpo fructífero cada día de su corta existencia!

Hace unos años, unos científicos alemanes decidieron calcular el número total de esporas que los hongos liberan a la atmósfera en todo el mundo cada año. Nada de conjeturas. Siguieron los marcadores químicos que las esporas fúngicas transportaban en su superficie a la atmósfera. Estos investigadores calcularon que cada año se expulsan al aire decenas de millones de toneladas de esporas, una cantidad cercana al número de Avogadro (unidad de medida que utilizan los químicos para contar átomos y moléculas): 10^{23} partículas microscópicas enviadas al aire cada año. Hice mis propios cálculos y determiné que la superficie combinada de todas esas esporas equivale a la superficie terrestre del continente africano. No es de extrañar que puedan tener un profundo efecto en nuestra salud y bienestar.

Los hongos son una parte enorme e invisible de nuestro entorno cotidiano, pero somos una especie visual. Nos impulsan a apreciar e interactuar con organismos macroscópicos, como plantas y animales, sin embargo estamos rodeados e inmersos en hongos. Aunque conozcamos los datos científicos sobre la biología de los hongos, hay muchas cosas que no podemos comprender. El misterio de su existencia nos obliga a recurrir a la imaginación para comprender su enorme impacto. Hay que pensar profundamente para apreciar la riqueza de nuestras interacciones con el mundo fúngico. Para entender realmente la micología, casi hay que entrar en un reino espiritual.

—NIK MONEY

NIK MONEY es profesor de biología en la Universidad de Miami, en Oxford, Ohio, y autor de numerosos artículos científicos y libros sobre micología.

ARRIBA *Peziza sp.*

ABAJO *Esporas de hongos.*

ANTERIOR *Micelio creciendo densamente en un bloque de sustrato.*

SIGUIENTE PÁGINA *Especie de hongos no identificados, Refugio Nacional de Vida Silvestre del Ártico, Alaska.*

CAPÍTULO 4

¡LOCOS POR LAS SETAS!

GIULIANA FURCI

GIULIANA FURCI es escritora, activista, fundadora y presidenta de la Fundación Fungi en Chile.

La lucha por los derechos de los hongos no llega a una persona de forma casual o incluso intencionada. Es una llamada a la acción que se siente y no hay más remedio que responder. No se trata sólo de la salud de los hongos, sino de la de toda la vida.

Obsesionarse con los hongos no es algo que se elija. Es un sentimiento abrumador de dependencia de los hongos, de devoción a los hongos, de estar al servicio de los hongos. A veces hablo a la gente de nosotros, de los hongos y de nuestra interconexión. No se trata de ser especial o iluminado. Por razones que no acabo de comprender, soy incapaz de hacer nada que no beneficie de algún modo a los hongos, nuestros parientes.

Después de dar a luz a mi hijo hace diez años, una amiga me llamó al hospital y me preguntó: "¿Qué sentiste?". Y yo le contesté: "¿Te acuerdas de lo que sentimos cuando encontramos aquel globo sonda cerca de Punta Arenas, en la Patagonia?". Ella dijo: "¡Sí!". Y yo dije: "¡Es así! Eso es lo que se siente". Para mí, la única sensación comparable a dar a luz es encontrar ciertas especies de hongos en la naturaleza. Es una experiencia abrumadora de plenitud y propósito. Cuando las mujeres hablamos de la Madre Tierra, del palpitar de la vida y de los bosques, hablamos con certezas que los hombres no tienen.

ARRIBA *Grupo de* Laccaria amethystina *púrpura*. ANTERIOR DE IZQUIERDA SUPERIOR A DERECHA INFERIOR *Cavita gigante* (Calvatia gigantea); Pholiota *sp.*; Tapinella atrotomeutosa; Amanita muscaria.

LOS DERECHOS LEGALES DE LOS HONGOS

En Chile, tenemos lo que se llama la Ley Nacional del Medio Ambiente. Es una ley constitucional al más alto nivel legislativo que establece las normas para todo lo que hagamos en relación con el medio ambiente. Se mencionan la flora y la fauna, pero falta el tercero del reino macroscópico, los hongos. Cuando se mira una planta, se está mirando esencialmente a los hongos; los dos nunca han estado separados. Hablar de flora y fauna, es inexacto cuando se describen formas de vida macroscópicas. Son tres F: flora, fauna y fungi. Si la tercera F se incluyera junto a las dos primeras, el planeta estaría en un lugar mejor.

"Ningún otro organismo de la Tierra conecta las plantas con los animales, ni las bacterias con las plantas, como lo hacen los hongos. El micelio tiene las respuestas para salvar nuestro planeta."

Cuando esa ley se abrió a revisión, la Fundación Fungi, de la que soy fundadora y presidente, vimos una oportunidad y decidimos aprovecharla. Tardamos dos años en finalizar el trabajo que culminaría en modificaciones normativas para considerar a los hongos parte del medio ambiente, pero lo logramos. En 2010, los hongos se añadieron específicamente a la normativa medioambiental general de Chile, con el requisito obligatorio de inventariarlos, clasificarlos y de elaborar estudios fúngicos de referencia. En diciembre de 2013, era un requisito legal que todas las evaluaciones medioambientales tuvieran en cuenta el impacto sobre los hongos antes de aprobar un permiso de urbanización.

Estamos desarrollando metodologías que normalizarán la forma de realizar y evaluar estos estudios de impacto. Como Chile es un país ambientalmente diverso, con el desierto más árido del mundo en el norte, un clima mayoritariamente mediterráneo en el centro y la tundra y los glaciares de la Patagonia en el sur, acabaremos con tres plantillas de ecosistemas que luego podrán reproducirse en otras partes del mundo.

El cambio de política que defendimos con éxito ha creado docenas de puestos de trabajo para micólogos en nuestro país. Ahora mismo, cerca de cincuenta consultores trabajan en el terreno estudiando referencias sobre hongos. Cuando yo empecé, no había ninguno. También estamos colaborando con distintas universidades para desarrollar programas de certificación para personas interesadas en este trabajo, como botánicos, además, estamos trabajando con la Universidad de Concepción y el Ministerio de Medio Ambiente para ampliar las veinte especies de hongos nativos ya evaluadas según los criterios de la Lista Roja de Especies Amenazadas de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN).

La educación es fundamental a medida que se desarrolla este proceso, por lo que hemos elaborado dos guías de campo hasta ahora para los funcionarios gubernamentales y quienes trabajan en estos estudios de referencia. La primera era básica; la segunda es más detallada, con características microscópicas de los hongos e instrucciones sobre cómo recolectarlos y estudiarlos. Las guías ayudan tanto a quienes trabajan sobre el terreno como a los funcionarios gubernamentales que revisarán los estudios. También las utilizan en las universidades quienes se someten a procesos de certificación. Esta segunda guía fue revisada por Paul Stamets y Jane Goodall. Cuando Goodall descubrió lo que estábamos haciendo allá por 2013, me miró y me dijo: "No pares. Estás con los hongos donde yo estaba con los chimpancés cuando empecé". Y me lo he tomado muy a pecho.

AMPLIAR EL ALCANCE

Crear asociaciones internacionales es una parte importante para hacer avanzar el imperativo de los hongos. Por ejemplo, soy socia del Herbario Farlow de Harvard, que ha donado generosamente una biblioteca, un microscopio y otros recursos a nuestra fundación. Su jefe de micología, Don Pfister, ha impartido talleres en Chile durante los últimos cuatro años. El Real Jardín Botánico de Kew, en Inglaterra, también ha trabajado con nosotros para describir nuevas especies y ayudar a situar a Chile en el mapa como líder en la nueva disciplina de la micología de la conservación. Otras organizaciones no gubernamentales (ONG) de todo el mundo trabajan ahora para proteger las redes de hongos, incluidos grupos de Argentina y Sudáfrica que están aprendiendo las estrategias que utilizamos en Chile para integrar la ciencia y el valor de este tercer reino en las políticas públicas.

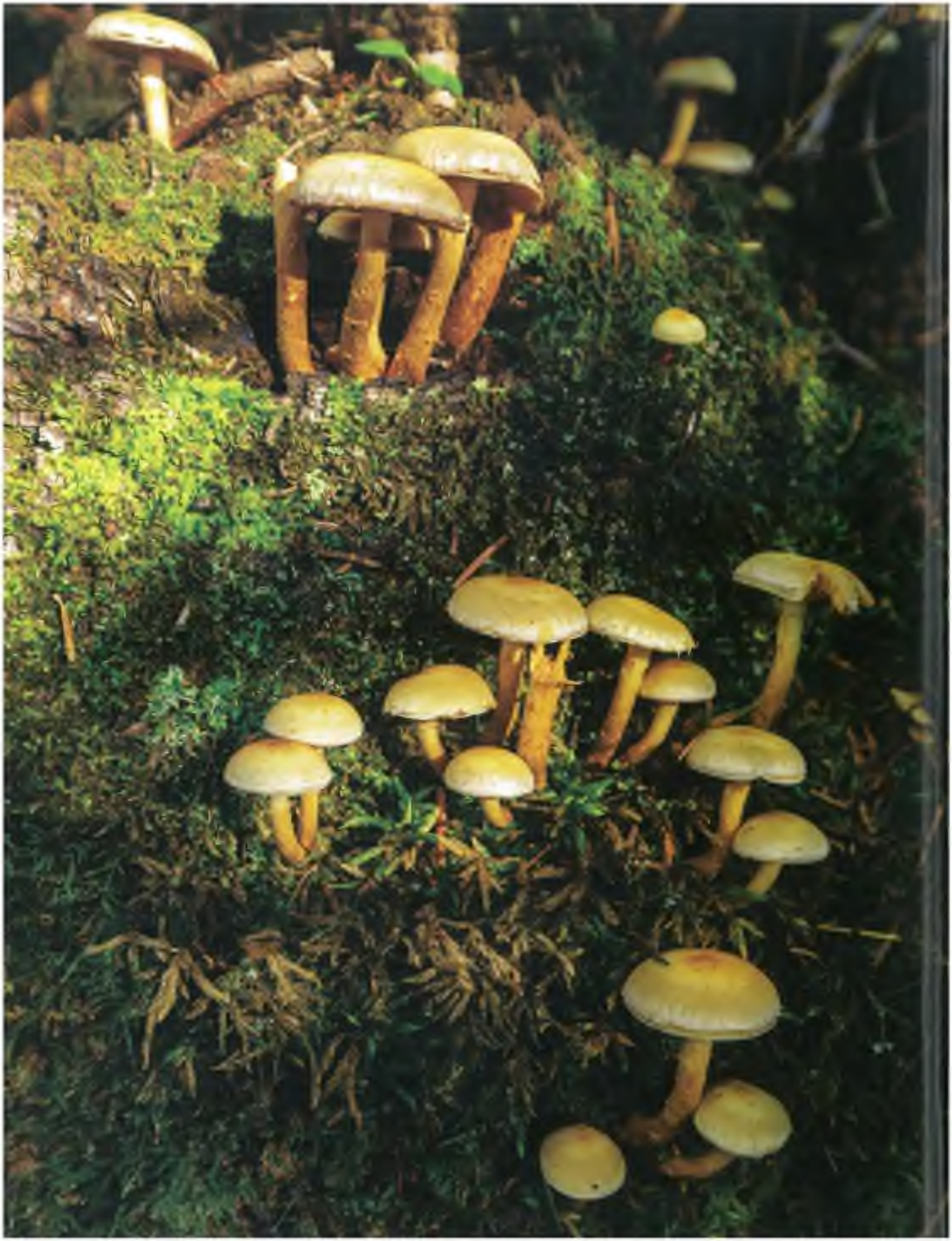
Es toda una estrategia: un planteamiento pensado, de arriba abajo y deliberadamente reproducible. Pero requiere el máximo esfuerzo para lograr el máximo impacto, porque poco esfuerzo crea poco impacto y con los hongos eso simplemente no funciona. La justicia para el reino fúngico necesita un esfuerzo del 100% si queremos que sea debidamente reconocido, valorado, cuidado y venerado, como debe ser.

ESPORULANDO EL FUTURO

Tanto si el trabajo se realiza a nivel comunal como a nivel de las políticas nacionales e internacionales, todas las rutas conducen a Roma. Cada ruta es complementaria e igualmente importante porque se trata de la salud no sólo de las personas, sino de los bosques y de todo el planeta. Es una salud de espectro completo. Eso es lo que hemos estado haciendo en Chile: Somos activistas de espectro completo en políticas medioambientales y educativas que crean plataformas para que la micología esporule. No estamos floreciendo, ¡estamos esporulando!

Si tenemos alguna esperanza de mantener sano el planeta Tierra o de recuperar zonas que han sido devastadas por la actividad humana, es adoptar una visión ecosistémica de la naturaleza. La única forma de tener una visión ecosistémica de la naturaleza es observando los organismos que nos conectan a todos. Esos organismos son los hongos. Ningún otro organismo de la Tierra conecta las plantas con los animales, o las bacterias con las plantas, como lo hacen los hongos. El micelio tiene las respuestas para salvar nuestro planeta.

DE SUPERIOR IZQUIERDA *El hongo estriado del nido de pájaro*, Cyathus striatus. EN MEDIO Tulostoma *sp*. SUPERIOR DERECHA Lactarius *sp*.



CAPÍTULO 5

CULTIVAR LA MICOALFABETIZACIÓN

PETER McCOY

PETER MCCOY es fundador de Radical Mycology y autor de *Radical Mycology: A Treatise on Seeing and Working with Fungi*. La Micología Radical es la teoría y la práctica del uso de setas y otros hongos para crear un cambio personal, social y ecológico positivo. También es el fundador de Mycologos, la primera escuela del mundo dedicada a la micología.

Las setas son una maravilla. Nos sirven a nosotros y a otras criaturas de innumerables maneras. Aun así, siguen siendo un misterio. A medida que crece el interés, también lo hace la necesidad de educarse.

Una de las cosas que más aprecio de la enseñanza del cultivo de setas, la micorremediación y la etnoecología es que, por donde vaya, veo que se reúnen todos los grupos demográficos, atraídos por muchas razones. Ya sea por la deliciosa comida que proporcionan los hongos o por los beneficios para la salud, el medio ambiente y la construcción de comunidades en un mundo dañado por la actividad humana, los hongos ofrecen un camino hacia un mejor futuro. Podemos crear economías sostenibles, gestionar los recursos locales, reducir nuestra huella de carbono y limpiar y mitigar los suelos tóxicos con la ayuda de los hongos, pero necesitamos formación y mejores datos.

Afortunadamente, cualquiera puede aportar algo a la ciencia. El primer paso: construir su micoalfabetización mediante la comprensión de la biología fúngica básica y aprender a cultivar bien a través de la educación y la práctica. A medida que más y más personas recorran ese camino, impulsaremos la micología, la micorremediación y todos los demás beneficios de trabajar con hongos con resultados cuantitativos que demuestren su valor y nos den algo que decir que la gente escuche.

ARRIBA *Un taller de identificación de setas.* ANTERIOR Pholiota *sp.*

ENFOQUE: ACTIVISMO MICOLÓGICO

La Red de Micelio de Micología Radical es una comunidad internacional formada por grupos locales e individuos que comparten información micológica entre sí y dentro de sus respectivas comunidades. La siguiente lista presenta sólo algunos de los principios y prácticas que impulsan la misión de la red de difundir la micoalfabetización y el activismo lo más ampliamente posible.

AUMENTAR LA RESILIENCIA DE LA COMUNIDAD

- Crear instalaciones de setas comestibles, medicinales o de guerrilla en jardines comunitarios, bancos de alimentos y organizaciones de justicia alimentaria.
- Establecer relaciones con las comunidades indígenas locales y ofrecerles apoyo educativo y de cultivo.
- Para los que trabajan en laboratorios, desarrollar y mantener una biblioteca de cultivos fúngicos o un banco de esporas para preservar la genética.

APOYAR LAS ECOLOGÍAS LOCALES

- Organizar estudios forestales para buscar especies amenazadas de hongos y líquenes y utilizar esta información para apoyar campañas de protección de los bosques.
- Aumentar la diversidad de especies y sus números esparciendo las semillas de hongos en cualquier zona adecuada.

RECOMPONER LOS RESIDUOS ORGÁNICOS

- Establecer relaciones con cafeterías locales. Utilizar sus terrenos para cultivar setas y donarlas a bancos de alimentos o centros de acogida locales.
- Al preparar para un huerto comunitario, eliminar las plantas invasoras y utilizar este material como sustrato para alimentar a los hongos y que creen composta y tierra vegetal.

EDUCACIÓN Y DIVULGACIÓN

- Dirigir incursiones urbanas en busca de setas y observar la abundancia de alimentos y medicinas silvestres que pueden recolectarse en zonas urbanas.
- Celebrar actos de concienciación para abordar los problemas de contaminación local o las prácticas contaminantes ilegales de las industrias.
- Impartir talleres en escuelas: a los niños les encanta jugar con setas y ver crecer su micelio.

ACTIVIDADES DE CREACIÓN DE GRUPOS

- Organizar excursiones a granjas de setas para conocer el sector.
- Organizar fiestas artísticas y comidas al aire libre rodeado de las setas.

ESTRATEGIA Y APOYO

- Establecer contactos con laboratorios locales, organismos públicos y universidades para recibir análisis de muestras de suelo y agua a precio reducido o gratuitos.
- Seek out experienced mycologists and social organizers to serve as mentors.

ARRIBA SUPERIOR IZQUIERDA *Una mano sujetando una seta en el sustrato.* EN MEDIO *Chico inspeccionando una seta.* SUPERIOR DERECHA *Gary Lincoff sujetando* Russula. ANTERIOR SUPERIOR *Niña recogiendo una seta silvestre.* ANTERIOR INFERIOR IZQUIERDA *Mezcla de setas silvestres.* ANTERIOR INFERIOR DERECHA *Paul Stamets sosteniendo una* Russula *comestible.*

CAPÍTULO 6

HONGOS: LOS MEJORES AMIGOS DE LAS ABEJAS

STEVE SHEPPARD

STEVE SHEPPARD es catedrático de Apicultura de Thurber y presidente del Departamento de Entomología de la Universidad Estatal de Washington, donde también dirige el Laboratorio de Sistemática Molecular APIS.

Las abejas se están muriendo, las soluciones de la industria han fracasado y las fuentes de alimentos de todo el mundo están amenazadas. Sorprendentemente, una solución prometedora procede de una fuente poco probable: las setas.

Soy originario de Savannah, Georgia. Mi bisabuelo era apicultor y murió cuando yo tenía un año. De pequeño leía sus libros sobre abejas y jugaba con parte de su equipo. Cuando era estudiante, empecé a tomar clases de apicultura y luego me licencié para trabajar en la polinización y las abejas melíferas. Me doctoré en genética y evolución de las abejas melíferas. Las abejas forman parte de mi vida desde que tengo uso de razón.

Las abejas melíferas son fundamentales para el tipo de agricultura que tenemos en este país. En la década de 1940, había unos cinco millones de colonias de abejas en Estados Unidos; la mayoría de las granjas estaban muy diversificadas, cultivaban diversas cosechas y tenían unas cuantas colmenas. También había más tierras sin utilizar donde otros polinizadores podían criar y ayudar. Ahora tenemos cerca de tres millones de colonias y mucha más gente. Estamos alimentando a las abejas con un tipo diferente de agricultura que depende de grandes monocultivos que necesitan polinización. Cuando hay miles de acres de un solo cultivo, no hay suficientes abejas autóctonas para polinizarlo durante el corto y crítico periodo en que se necesita. Las abejas melíferas son ampliamente utilizadas para suplir esta carencia. Sin ellas, probablemente no podríamos alimentar a la gente como lo hacemos ahora. Las abejas son por mucho, los polinizadores más importantes para la agricultura. Aproximadamente un tercio de todos los cultivos dependen de la polinización cruzada para prosperar.

La apicultura en Estados Unidos alcanzó una coyuntura crítica en 1987; fue entonces cuando llegó el ácaro Varroa (también conocido como *Varroa destructor)*, probablemente desde Europa. En realidad tiene una relación relativamente inofensiva con la abeja melífera oriental (*Apis cerana*), pero la abeja melífera occidental (*Apis mellifera*) no tiene buenas defensas contra él. El ácaro Varroa se alimenta de las larvas, o crías de las abejas melíferas, lo que propaga y amplifica los virus que crea, en particular el virus de las alas deformadas (VAD) y reduce la longevidad de las abejas.[1] En climas mayoritariamente templados, este ácaro seguirá multiplicándose hasta que muera una colonia, normalmente en un plazo de dos años. La pérdida de colonias a causa del ácaro Varroa (y otros factores como la pérdida de hábitat de deforestación, los pesticidas y otros virus) alcanzó un promedio del 40% en todo Estados Unidos entre 2017 y 2018, y llegó a picos de hasta el 85% en algunos estados.[2] En Europa y Canadá las pérdidas han sido más modestas, pero han alcanzado el 30% en algunas zonas.[3]

ANTERIOR Abeja en una flor.

"La gente no aprecia realmente lo peligrosos que son nuestros tiempos. Estamos en la cúspide de un colapso ecológico que podría causar una enorme pobreza, hambruna, guerras y agitación política. Si nuestros ecosistemas fallan, ¿qué hará la gente para alimentarse? Nuestra investigación sobre la protección de las abejas será fundamental para preservar la biodiversidad y salvar nuestros ecosistemas, y mi esperanza es que añada una herramienta muy importante a nuestra caja de herramientas biológicas."

—PAUL STAMETS

El tratamiento normal utilizado por los grandes apicultores comerciales ha sido el control químico del ácaro, pero éste tiene una vida muy corta y puede desarrollar resistencia a estos controles con bastante rapidez. Muchos productos han desaparecido, porque ya no son eficaces. La única solución sostenible para controlar estos ácaros es criar abejas más resistentes y utilizar agentes a los que los ácaros tengan menos probabilidades de hacerse resistentes. Otra consideración importante es que las abejas melíferas necesitan una dieta variada para estar sanas. Por eso, la pérdida de hábitat funcional para las abejas melíferas es una de las dificultades subyacentes a las que se enfrentan los apicultores y las abejas melíferas.

HONGOS AL RESCATE

Hace un par de años conocí el trabajo de Fungi Perfecti y Paul Stamets. Ellos habían estado probando algunos extractos de hongos con propiedades antivirales, así que empezamos una serie de experimentos alimentando a las abejas con estos extractos y tuvimos cierto éxito. Las abejas vivieron más tiempo y sus niveles de virus disminuyeron (mil veces o más en algunos casos), quizá porque el extracto reforzó su sistema inmunitario, aunque aún no estamos seguros de cómo funciona. En una segunda serie de experimentos realizados en quinientas colmenas del Estado de Washington, utilizamos un hongo entomopatógeno llamado *Metarhizium* que se ha demostrado que daña a los ácaros: básicamente crece en los ácaros y los mata, y en ciertas dosis no afecta a las abejas. El propio *Metarhizium* ya ha sido registrado para el tratamiento o control de otros insectos plaga.[4]

Recientemente hemos enviado extractos de hongos reishi (*Ganoderma lucidum*), un alimento básico en la medicina tradicional china, y amadou (*Fomes fomentarius*), el hongo "iniciador del fuego" que los apicultores utilizan para ahumar sus colmenas, al Valle de San Joaquín, en California, el mayor productor de almendras del mundo. Allí, en febrero, florecen aproximadamente ochocientos mil almendros en un periodo de cuatro a seis semanas. La única colonia que puede polinizar eficazmente ese tipo de monocultivos en un plazo tan corto es la de abejas melíferas, que se pueden cargar en camiones y trasladar a un lugar determinado.

Introdujimos extractos fúngicos en 532 colmenas durante la temporada de polinización del almendro. No sé si fue el mayor experimento apícola jamás realizado, pero sí el mayor experimento de campo que conozco, es el tipo de prueba en el mundo real que llama la atención, sobre todo teniendo en cuenta que estas colmenas son gestionadas por apicultores comerciales. El experimento ha generado una enorme cantidad de datos y muestras para análisis de laboratorio a los que por fin estamos llegando, y los resultados hasta ahora han sido extraordinarios. Los efectos antivirales del amadou contra el DWV han sido del orden de 800:1; el reishi ha producido reducciones de 45,000:1 contra el virus del lago Sinaí; el chaga ha reducido el virus de la Célula Reina Negra a un nivel de 800:1. Nunca he visto una actividad antiviral tan fuerte contra los virus de las abejas como la que he observado con los extractos de Paul. Presentamos un artículo que resume nuestros hallazgos que se publicó en octubre de 2018.[5] Esperamos que la investigación revolucione nuestro enfoque para proteger a las abejas y ayudar a restaurar una red saludable de colonias en todo el mundo.

Los resultados de otros estudios han sido igualmente prometedores. Hemos comprobado, por ejemplo, que tanto el micelio de polypore de cinturón rojo como el micelio de amadou prolongan significativamente la vida de las abejas melíferas. Como entomólogo con más de cuarenta años de experiencia en el estudio de las abejas, no conozco ningún informe sobre materiales que puedan igualar este resultado.

ARRIBA A LA IZQUIERDA *Paul Stamets se encuentra entre cientos de litros de extractos de micelio de polypore elaborados en su complejo de laboratorios de Fungi Perfecti, llC en Kamilche Point, Washington.* ARRIBA A LA DERECHA *Los extractos de hongos poliporos se mezclan con agua azucarada a una concentración del 1% y se vierten en alimentadores internos de marcos.* ANTERIOR SUPERIOR *Marco apícola.* ANTERIOR INFERIOR IZQUIERDA *Abeja en una flor de frambuesa.* ANTERIOR INFERIOR EN MEDIO *Agricultura industrial.* ANTERIOR INFERIOR DERECHA *Abejas muertas.*

LA VIDA AL LÍMITE

Según algunas medidas, podría decirse que estamos al límite. Si se perdieran las abejas, se producirían cambios radicales en el coste de los alimentos y la seguridad alimentaria en todo el país. Si el material que estamos probando sigue funcionando como parece, las abejas estarán mucho mejor, los apicultores estarán mejor y todos estaremos mejor. Llevo muchos años trabajando con apicultores industriales, comerciales e incluso con aficionados, todos buscando desesperadamente respuestas. Creemos que las tenemos y que pueden cambiarlo todo.

NOTAS

1. Michael E. Natsopoulou et al., "The Virulent, Emerging Genotype B of Deformed Wing Virus Is Closely Linked to Overwinter Honeybee Worker Loss," *Scientific Reports* 7 (2017): 5242; Dalial Benaets et al., "Covert Deformed Wing Virus Infections Have Long-Term Deleterious Effects on Honeybee Foraging and Survival," Proc Biol Sci (febrero 8, 2017), DOI: 10.1098/rspb.2016.2149.
2. "Preliminary results: 2017-2018 Total and Average Honey Bee Colony Losses by State and the District of Columbia," Beeinformed.org, consultado en junio 21, 2018.
3. "Reports of Bee Losses—U.S., Canada and Europe," PROHoneyBeeSurvey.com, septiembre 6, 2013, http://pswhoneybeesurvey.com/2013/09/reports-of-bee-losses-u-s-canada-europe/.
4. Donald W. Roberts and Raymond J. St. Leger, "*Metarhizium* spp., Cosmopolitan Insect-Pathogenic Fungi: Mycological Aspects," Advances en Applied *Microbiology* 54 (2004): 1-70. https://www.sciencedirect.com/topics/agricultural-and-biological-sciences/metarhizium.
5. Paul Stamets et al., "Extracts of Polypore Mushroom Mycelia Reduce Viruses in Honey Bees," *Nature. Scientific Reports*. 8, no. 13936 (2018). DOI: 10.1038/s41598-018-32194-8.

ARRIBA *Abeja sobre una flor.* SIGUIENTE SUPERIOR IZQUIERDA *Especie de seta desconocida.*.; SUPERIOR DERECHA *Una rana arborícola se asoma a una Mycenia en la región peruana del río Tambopata*; INFERIOR IZQUIERDA Abeja sobre un hongo; INFERIOR DERECHA Especie desconocida de hongo.

CAPÍTULO 7

MICORREMEDIACIÓN: DIFICULTADES Y OPORTUNIDADES DE CRECIMIENTO

DANIEL REYES

DANIEL REYES es hidrogeólogo y micólogo; fundador de Myco Alliance, con sede en Texas.

La capacidad de los hongos para descomponer sustancias químicas y eliminar toxinas está demostrada. El reto ahora es encontrar formas innovadoras de poner en práctica esa capacidad.

La micorremediación consiste, esencialmente, en el uso de hongos para absorber, degradar o secuestrar contaminantes acumulados o liberados repentinamente en el suelo o el agua. Lo hacen descomponiendo hidrocarburos complejos y cadenas de moléculas tóxicas en trozos pequeños que otros microorganismos no pueden hacer, devolviendo así, la vida a los lugares dañados.

Básicamente, hay dos niveles diferentes de micorremediación: la de baja tecnología que representa el tipo de usos que la gente emplearía en casa, y la de alta tecnología, cuando se trata un sitio contaminado o un gran derrame de petróleo. En el caso de algo tan sencillo como aceite de motor salpicado en la entrada de tu casa, lo primero sería echar aserrín sobre el aceite para absorberlo, poner ese aserrín saturado en una cubeta, inocularlo con micelio de seta de ostra y dejar que el hongo haga su trabajo. Si intentas lavar el aceite con una manguera, acaba en un sistema de drenaje de aguas pluviales que desemboca en el arroyo más cercano, dañando el agua potable.

Sin embargo, la micorremediación no es tan sencilla como arrojar setas sobre una toxina: necesitan un sustrato a base de madera o grano para crecer, por lo que en casa se empezaría con aserrín. Esta es una de las grandes lecciones que aprendimos del derrame de petróleo del Golfo de México. No se puede arrojar micelio al océano para que absorba el petróleo. La mayoría de los micelios de hongos no toleran la sal, además de necesitar oxígeno y un sustrato. Hay especies marinas que estamos empezando a explorar, así que hay esperanza, pero las metodologías aún están en desarrollo.

El otro problema de la micorremediación es en como definimos el término "restauración". ¿Se trata de devolver un lugar dañado a su estado original o de conformarse con lo que puede ser legalmente aceptable, pero menos que óptimo para determinados usos? Por ejemplo, supongamos que aplica una estrategia de micorremediación a un suelo contaminado y ahora tiene una muestra del antes y el después del tratamiento. El resultado es una reducción del 96% de los hidrocarburos poliaromáticos. Pero ¿es lo suficientemente saludable como para cultivar un huerto ecológico? El siguiente paso sería realizar lo que se denomina prueba ecotoxicológica: añadir algo al suelo tratado, como plántulas, semillas de frijoles o gusanos, y estudiar lo que ocurre. A partir de esos resultados, se puede determinar la verdadera salud del suelo.

ANTERIOR SUPERIOR Coprinopsis lagopus (© *Taylor Lockwood*). ANTERIOR EN MEDIO Hericium coralloides (© *Taylor Lockwood*). ANTERIOR INFERIOR Marasmiellus *sp.*

Limpiar el suelo no habrá servido de nada si algunas o todas las lombrices mueren en pocas semanas, si las plántulas se deforman o si hay daños a nivel celular. ¿Cuáles son los términos para qué tipo de usos? Aquí en Texas, la Comisión de Calidad Medioambiental de Texas (TCEQ) establece normas para los contaminantes del suelo y el agua para diferentes usos. Si obtuviéramos ese resultado del 96%, por ejemplo, ese suelo podría utilizarse con fines agrícolas según las normas de la TCEQ, pero no estoy seguro de que quisiera cultivar mi propio huerto en él.

A ESCALA

Después de trabajar varios años en la industria petrolera, me hice una idea de lo que buscan las empresas de oleoductos cuando se enfrentan a una rehabilitación y de lo que suelen ofrecer las empresas de consultoría medioambiental para dar servicio a esos esfuerzos. Cuando pienso en el papel que podrían desempeñar los hongos y el micelio a esa escala, vuelvo a la necesidad de realizar estudios piloto. Un buen lugar para crear esos experimentos y desarrollar nuevas herramientas es la ciudad.

Casi todas las ciudades del país se enfrentan actualmente al problema de los residuos arrastrados por aguas pluviales. El aceite de motor, las toxinas de la carretera, los pesticidas del césped y la agricultura, etc., llegan a los sistemas de alcantarillado sin ningún tipo de filtración. Uno de los planteamientos más prometedores sería utilizar una serie de filtros de goteo rellenos de micelio que se colocarían en terrazas bajo las aberturas de las tuberías. El agua que sale pasaría por una serie de estas cajas con el sustrato infundido de micelio actuando como filtro y extrayendo las toxinas del agua, una tras otra, en un sistema de filtración continuo hasta el punto de limpiarlo. Habría que tener en cuenta un proceso para mantener vivo el micelio entre tormentas, lo que probablemente implicaría traer periódicamente a cultivadores experimentados para gestionar y atender los filtros, pero por eso es importante seguir probando opciones. A medida que estos procesos se estandaricen, podrán aplicarse en otras ciudades y sembrar otras innovaciones.

LABORATORIOS COMUNITARIOS

Otro componente fundamental para que todo este avance es el papel de la ciencia ciudadana. Por un lado está la gente a la que le gusta forestar y cultivar; por otro, quienes quieren profundizar en las propiedades de los distintos hongos, pero no están interesados en el mundo académico ni en la industria. A menudo son ellos quienes descubren nuevos compuestos y aplicaciones, así que cuantas más herramientas y oportunidades tengan para estudiar mejor las setas.

Una idea que empieza a llamar la atención es la creación de laboratorios comunitarios. Se basan en el concepto de una suscripción a un gimnasio, en el que pagas una cuota periódica por el acceso al gimnasio y a todas sus máquinas y salas de ejercicio. Puedes hacer cardio, tienes una cinta para correr, hay pesas, quizá una piscina o una cancha de baloncesto. Estos laboratorios de micología funcionan con el mismo principio: digamos que quiero hacer unas pruebas en un suelo contaminado y necesito un espectrómetro de masas para identificar marcadores químicos. Quizá necesite una campana de flujo para filtrar el aire contaminado porque hay un hongo que quiero estudiar, pero no tengo 2,000 dólares para invertir en una. O quiero convertirme en cultivador de setas, pero no me interesan las ostras ni la melena de león porque todo el mundo las vende. Quiero desarrollar nuevas variedades. ¿No sería interesante tener acceso a un espacio de crecimiento con clima controlado donde poder desarrollar y cultivar tu nueva variedad hasta el momento de la fructificación? Estamos en la cúspide de lo posible.

ARRIBA *Clasificación de setas silvestres para su identificación*. ANTERIOR Xylaria hypoxylon (© *Taylor Lockwood*).

EMPODERAMIENTO DE NUEVA GENERACIÓN

Es importante subrayar que la ciencia y la aplicación de la micorremediación no se están desarrollando a escala industrial con la rapidez que debería, por lo que siguen dependiendo de las aportaciones de asociaciones ambientales y particulares. En los últimos cuarenta años, hemos aprendido mucho del trabajo de laboratorio y de las pruebas de campo que demuestran que los hongos pueden descomponer todo tipo de sustancias químicas y proporcionar estos resultados, pero el progreso a gran escala es lento. Todavía tenemos que desarrollar protocolos sólidos y mostrar buenos resultados para impulsar la ciencia hacia adelante, porque a partir de 2018, no hay un incentivo económico lo suficientemente fuerte para que los actores más grandes se comprometan, por lo tanto la financiación no está ahí.

No obstante, tengo la esperanza de que la nueva generación de micólogos desarrolle sus propias técnicas y lleve la investigación que estamos realizando y algunos de los métodos que estamos ideando al siguiente nivel. Les estamos pavimentando el camino. Ven nuestros vídeos, leen nuestros libros y se ponen al día rápidamente. He enseñado a una gran variedad de jóvenes, desde primero de primaria hasta estudiantes universitarios y me sorprende lo bien que entienden. Estos niños son muy listos. No son lentos para entender los procesos que estamos describiendo.

NOTA

1. Shweta Rajkhowaliya, Sapna Mathur, y Pradeep Bhatnagar, "Mushroom as a Product and Their Role in Mycoremediation," *AMB Express* 4 (2014): 29; Christopher J. Rhodes, "Mycoremediation (Bioremediation with Fungi)—Growing Mushrooms to Clean the Earth," *Chemical Speciation & Bioavailability* 26, no. 3 (2014): 196-98; T. Cajthaml, M. Bhatt, V. Šašek, and V. Mateju, "Bioremediation of PAH-Contaminated Soil by Composting: A Case Study," *Folia Microbiologica* 47, no. 6 (2002): 696-700.

ENFOQUE:

EL PROYECTO DE MICORRENOVACIÓN DEL AMAZONAS

Durante décadas, la petrolera Texaco construyó cientos de fosas de residuos de tierra contaminada para sus operaciones petrolíferas en Ecuador. Los residuos tóxicos de estas fosas se han filtrado continuamente a los ríos y al medio ambiente circundante. Los daños causados han afectado de manera grave tanto a la tierra como a sus habitantes. Mientras varios grupos siguen luchando contra la empresa en los tribunales por la repatriación y el coste y la responsabilidad de la limpieza, la población local que se ha visto afectada por el vertido, creó en 2010 una organización sin ánimo de lucro llamada *Amazon Mycorenewal* Project (ahora *CoRenewal*) que representa a más de 150 comunidades indígenas. Con la ayuda de un pequeño equipo de consultores, están investigando, diseñando y aplicando soluciones biológicas utilizando el poder reparador de los hongos. Se están llevando a cabo proyectos piloto sobre suelos contaminados por petróleo y aguas residuales municipales, y la organización sigue estudiando la capacidad de los microbios autóctonos para mitigar la toxicidad del petróleo.

LIMPIADORES DE HONGOS

Hongos comúnmente utilizados en la remediación y algunos de los contaminantes sobre los que trabajan:

- Melena desgreñada: arsénico, cadmio y mercurio
- Ostras del olmo: dioxinas, conservantes de la madera
- Ostra Phoenix: TNT, cadmio, mercurio, cobre
- Ostra perla: PCB, HAP, cadmio, mercurio, dioxinas
- Ostión rey: toxinas, Agente Naranja
- Shiitake: PAH's, PCB's, PCP's
- Cola de pavo: PAH's, TNT, organofosfatos, mercurio
- Champiñón botón: cadmio
- King stropharia: E. coli y otros contaminantes biológicos

ARRIBA *Tomando notas sobre una seta recolectada.*

ANTERIOR Stropharia rugoso annulata.

CAPÍTULO 8

LA REVOLUCIÓN DE LAS SETAS ESTÁ AQUÍ

TRADD COTTER

TRADD COTTER es microbiólogo, micólogo, miembro de la Agencia de Protección Medioambiental y cofundador (junto con su esposa Olga) de Mushroom Mountain. Es autor de Organic Mushroom Farming and Mycoremediation.

Cada vez hay más micólogos aficionados en todo el mundo que descubren los secretos de las setas y se reúnen para compartir lo que saben. Lo que estamos descubriendo está cambiando vidas.

¿Qué es más importante que los hongos? Esta es mi respuesta, totalmente sesgada: nada.

Los hongos son el pegamento en los reinos de la vida que incluyen insectos, plantas y animales. Son lo que yo llamo los primeros en responder. Abren puertas. Son las especies clave. Hacen que los nutrientes sean biodisponibles para todos los demás organismos. Se esconden en las hojas, en el lodo, en la hierba que pisamos. Están en todos los continentes y son muy resistentes.

Siempre sentí curiosidad por las setas, pero crecí en una zona mayoritariamente micoanalfabeta, donde nadie sabía nada de ellas. Así que decidí aprender sobre ellas, una a una. De ahí surgieron los clubes de setas y las excursiones. Luego empecé a comprar material de laboratorio y a enseñarle sobre setas a la gente. Ahora soy investigador de setas, micólogo profesional, microbiólogo y uno de los fundadores y propietarios de *Mushroom Mountain*, una granja de setas y centro de investigación.

Cuando enseño a cultivar setas, les digo a todos que, por defecto, van a recuperar el suelo. En el norte del estado de Carolina del Sur, donde vivo, por ejemplo, la capa superficial del suelo tenía entre tres y cuatro metros de profundidad a principios del siglo XX. Un estudio de hace unos años descubrió que ha bajado a cinco u ocho pulgadas. Se tarda entre 500 y 600 años en producir una pulgada de este material, y hemos perdido doce pies en un siglo. No es ciencia exacta que la capa superficial del suelo retenga la humedad. Las civilizaciones van y vienen; las que pueden retener la humedad son las que sobreviven.

En el suelo que queda, ya sea en Carolina del Sur o en cualquier otro lugar, hay kilómetros y kilómetros de tejido de micelio. Los contaminantes transportados por el aire y el agua, como las partículas, los escombros y los pesticidas, fluyen a través de ese sustrato, que actúa como un hermoso filtro microscópico que elimina las bacterias nocivas en cuestión de segundos. Esto es muy importante. La Organización Mundial de la Salud ha informado de que las enfermedades relacionadas con el agua matan a más de tres millones de personas al año, lo que la convierte en la principal causa de muerte del planeta.[1] Una de cada nueve personas carece de acceso a agua potable.[2] Imagina las posibilidades si pudiéramos llevar kits portátiles de setas a lugares con problemas de agua como Haití y conducir el agua contaminada a través del micelio, atrapando instantáneamente las bacterias y limpiando el agua. Pues eso es exactamente lo que estamos haciendo.

ANTERIOR ARRIBA *Una joven cruza un puente en Haití*. ANTERIOR EN EL CENTRO A LA IZQUIERDA *Maitake cultivado* (Grifola frondosa). ANTERIOR EN EL CENTRO *Astas de hongo* reishi (Ganoderma lucidum). ANTERIOR EN MEDIO A LA DERECHA *El gigante de jardín* (Stropharia rugosoannulata). ANTERIOR INFERIOR *Miconautas de Fungi Perfecti, llC, preparando kits de reishi para la venta*.

En colaboración con el departamento de ingeniería de la Universidad de Clemson, estamos tomando los pequeños contenedores que utilizábamos en Haití y los convertimos en filtros de agua para cultivar biomasas. Los bloques de sustrato miceliado de estos contenedores actúan esencialmente como un filtro micrométrico. Al crear puntos de entrada a través de estos bloques, se puede canalizar el agua a través de ellos y eliminar los contaminantes bacterianos y biológicos incluido el cólera que se adhieren a las partículas que filtra el micelio. Haití no sustituirá pronto a las plantas de tratamiento de agua convencionales, pero como solución de baja tecnología a un problema enorme, es un avance.

"Estoy viendo una revolución, una ola de activismo micelio que salpica el mundo. Estamos viendo más clubes, más buscadores de setas y más acceso a la información que nunca."

ES LA SALA DE SETAS, MON

Cuanto más estudio sobre las setas y los hongos, más estoy obligado a viajar al extranjero y ayudar a los necesitados. En 2015 me invitaron a Jamaica a impartir talleres sobre el cultivo de setas. Jamaica importa 35 millones de dólares de setas al año, y no había ni un solo cultivador fiable ni laboratorio de semillas en la isla. Como era de esperar, todos los talleres se agotaron. Fuimos a Jamaica un par de veces más, y en 2017 nos reunimos con el primer ministro y el ministro de Agricultura. El resultado es que ahora hay un laboratorio de hongos y una estación de investigación de hongos tropicales en el este de Jamaica. Esto es importante, no solo porque los jamaicanos están empezando a cultivar sus propios hongos, sino porque los ayuda a resolver otros problemas. Las termitas de la caña de azúcar son un gran problema en la isla. Cada año, las termitas destruyen el 50% de la caña de azúcar del este de la isla. La caña se cosecha a mano, y los campos se rocían con pesticidas mientras los trabajadores están en ellos. Es una situación terrible.

Después de enseñar a los lugareños a buscar y analizar setas con la nueva estación de investigación, en seis meses encontraron un hongo que mata termitas. Buenas noticias para ellos, malas para la industria de los pesticidas. Por eso creamos el laboratorio, para poder explorar el bosque, encontrar especímenes y averiguar qué hacer con ellos. Jamaica esta inexplorada. Hay muchos hongos diferentes en la isla que no han sido registrados. ¿Qué son capaces de hacer allí? ¿Qué podemos hacer con ellos aquí? ¿Cuántos otros lugares ofrecen posibilidades similares?

Si eres alguien que sabe cómo crear alimentos de la nada, cómo filtrar el agua, cómo crear compuestos medicinales y llevas esos conocimientos a un lugar como Jamaica, te miran como si tuvieras superpoderes. Cuando me miran así, les digo: "Tú también vas a tener superpoderes. Y cuando aprendas esos poderes, es tu obligación enseñar a la siguiente persona, al siguiente pueblo. Así es como funciona. Protege y comparte el micelio que encuentres. Es precioso."

ANTERIOR *Paul Stamets y Michael Vallo examinan un pequeño* Polyporus elegans.

ARRIBA *Especímenes del grupo Cortinarius traganus se cortan por la mitad para examinar la carne interior.*

UNA COMUNIDAD DE AGENTES DEL CAMBIO

Cuando empecé en este campo hace veinticinco años, no sabía nada del reino fungi, pero ellos resultaron ser un gran maestro. Me enseñaron a observar. Me enseñaron a tener paciencia. Me enseñaron a dejar el teléfono y prestar atención a las cosas pequeñas. Estudiar los hongos me ha conectado con mis raíces y me ha obligado a tomar conciencia de que somos miembros de la especie dominante del planeta, que seguimos creciendo, tomando sin devolver nada.

Desde que enseño, he visto muchos nuevos talentos: gente que piensa de forma innovadora con acceso a tecnología nueva y barata. He conocido a hidrogeólogos que fabrican filtros de hongos, conocí a una persona que estudia cómo descomponer colillas de cigarrillos y derrames de petróleo utilizando hongos. Tengo una becaria que trabaja con un hongo que encontró en Guatemala y que descompone el acrílico y el celofán. Es asombroso.

Estoy viendo una revolución, una ola de mico-activismo que salpica el mundo. Estamos viendo más interes, más buscadores de setas y más acceso a la información que nunca. Necesitamos que esta nueva generación sostenga y expanda lo que sabemos, que cree nuevos y beneficiosos conjuntos de habilidades, tanto en el laboratorio como en el campo. Eso es lo que me pasó a mí. Seguí a grandes micólogos y su trabajo me inspiro, siempre dispuestos a compartir su información porque así empezaron también.

El primer libro sobre setas que leí fue *The Mushroom Cultivator*, de Paul Stamets. Mi primer manual de cultivo de setas fue una carta mecanografiada de tres páginas que vi en la contraportada de una revista *High Times*. No había información. Hoy, con el Internet, está en todas partes y es gratis. No siempre es exacta, pero mucha gente aporta a esa base de conocimientos a diario. Cuantos más libros, blogs y sitios web tengamos, cuanta más gente cultive, cuanta más gente conduzca conocimiento, mejor. Se calcula que, auqnue separnos muy poco de ellos, hay cinco millones de especies de hongos en el planeta.

Hay un gran libro de los años sesenta titulado *Mushrooms, Molds, and Miracles,* de Lucy Kavaler. En las primeras páginas, ella escribe: "Si todos los aficionados por los hongos pudiera trabajar juntos y compartir su información, puede haber una enorme transformación, tanta transformación que no habrá hambre ni guerra en el planeta. ¿Qué estamos esperando?"

Parte de mi misión es reclutar nuevos miembros. No me llamaría micólogo militante, pero casi. Es hora de empezar a actuar, de arreglar nuestro planeta.

NOTAS

1. Jessica Berman, "WHO: Waterborne Disease Is World's Leading Killer," VOA News, octubre 29, 2009, consultado julio 2018, https://www.voanews.com/a/a-13-2009-03-17-voa34-67381152/274768.html.
2. "Progress on Sanitation and Drinking Water: 2015 Update and MDG Assessment," UNICEF y World Health Organization, consultado en julio 2018, http://files.unicef.org/publications/files/Progress_on_Sanitation_and_Drinking_Water_2015_Update_.pdf.
3. Lucy Kavaler, *Mushrooms, Molds, and Miracles: The Strange Realm of Fungi* (New York, NY: The John Day Company, 1965).

CAPÍTULO 9

EL CIELO SE ESTÁ CAYENDO, PERO HAY UNA RED

PAUL STAMETS

PAUL STAMETS es el micólogo más importante de Estados Unidos. Ha descubierto varias especies nuevas de setas, ha sido pionero en técnicas novedosas, ha publicado varios libros exitosos y ha ganado numerosos premios.

La historia de los hongos es la historia de nuestra unidad. Cuanto más comprendamos y respetemos este tercer reino, más soluciones encontraremos para los numerosos retos que nos amenazan.

No es de extrañar que lleguemos tarde al descubrimiento de la utilidad de las setas, nuestros encuentros con ellas es muy breve; aparecen de repente y luego desaparecen. A diferencia de las plantas y animales, que son visibles durante semanas, meses o años, el conocimiento que tenemos de ellos es mucho mayor. Las setas te alimentan, te curan, te pueden matar o enviarte a un viaje espiritual. Luego desaparecen. Es muy difícil entenderlas, pero hay que hacerlo.

No sirve de nada espantar a la gente con que el cielo se cae o que el suelo se está hundiendo sin ofrecer soluciones. Esto es lo que aportan los hongos y el micelio: representan remedios ecológicos escondidos bajo nuestros pasos. Por poner un ejemplo, pensemos en la agricultura. La nueva norma de sostenibilidad es la agricultura "sin labranza", un proceso que consiste en alterar mínimamente el suelo para mantener su capacidad de absorber agua y retener carbono. ¿Cómo se consigue? Manteniendo el micelio intacto y plantando semillas espolvoreadas con hongos micorrícicos. Hace diez años, no se podía encontrar ni un solo saco de este tipo de semillas; ahora no se puede encontrar ninguno sin él. El 90% de la tierra que se vende ahora en los centros de jardinería está enriquecida con hongos micorrícicos.

Las cualidades de estos hongos han pasado desapercibidas en el pasado, pero ahora nos estamos fijando en ellas. Hemos identificado varios centenares de especies y cultivos que poseen diferentes talentos para resolver problemas medioambientales y es sólo el principio. Se trata de combinar esos talentos con una preocupación concreta. A medida que seguimos avanzando, construimos un arsenal de soluciones, sin precedentes en nuestra época. Podemos encontrar soluciones utilizando hongos poderosos para abordar los retos medioambientales a los que nos enfrentamos.

Esta ha sido mi misión desde el principio y resulta que muchas de mis primeras ideas han sido comprobadas y respaldadas científicamente. Cuando hago experimentos de investigación, busco a mis mayores críticos, a menudo los que trabajan en universidades y los invito a que me demuestren que estoy equivocado. "Comprueba esta investigación", les sugiero. "Diseña el experimento y el protocolo, pon a prueba la hipótesis y vuelve a consultarme". Muchos de mis escépticos se han convertido en grandes partidarios.

ANTERIOR DE LA ESQUINA SUPERIOR IZQUIERDA A DERECHA Auriscalpium vulgare; Dictyohpora *mulitcolor*; *Especie de seta desconocida*; Thaxterogaster porphyreum; Podoserpula pusio; Cordyceps militaris; Calostoma insignis; Austroboletus betula; Mycena spinosissima. *Todas las imágenes son de la página © Taylor Lockwood.*

Por eso no debemos subestimar la inteligencia de la naturaleza ni de los organismos que han evolucionado hasta nuestros días. Hoy estamos aquí gracias a decisiones muy inteligentes tomadas a lo largo de nuestro camino evolutivo y a nuestra capacidad de comunicarnos con otras especies y ponerlas a nuestro servicio. Y esto no sólo funciona para los humanos. Las comunidades de especies no humanas que trabajan juntas en todo el planeta son los verdaderos arquitectos de los ecosistemas que mantienen el círculo de la vida.

LA FUERZA EN NÚMEROS

Lo que ha faltado en la conversación científica es el impacto del tercer reino, las redes de micelios y hongos. Son la base de la red alimentaria. El 70% del carbono biológico del suelo son hongos, tanto vivos como muertos. Llevo años dando conferencias para convencer a la comunidad científica de reconocer esta pieza vital del rompecabezas. Todo el mundo busca en la superficie soluciones a nuestros problemas medioambientales. Buscan en el petróleo, en el hormigón, utilizando formas de pensar mecánicas y convencionales sin comprender que la biología de la naturaleza ya ha resuelto muchos de estos problemas. A menos que lleguemos a un acuerdo con nuestros señores fúngicos, nuestra miopía biológica puede ser la perdición de todos nosotros.

Los humanos nos permitimos la idea de que somos la especie más alta, la cima de la cadena alimenticia, y que el principal propósito de la biosfera es mantenernos. Pero ¿merece la pena proteger a esta "especie superior"? Esta ilusión de grandeza biológica es la causa de nuestro sufrimiento por el egocentrismo que encubre. Todavía estamos en los primeros pasos para entender cómo crear un futuro sostenible para todos los seres y todos los seres son necesarios para hacer posible ese futuro.

Un concepto básico de la evolución es que, mediante la selección natural, sobreviven los más fuertes y los más aptos. En realidad (y científicamente demostrado), las comunidades sobreviven mejor que los individuos, especialmente las comunidades que se basan en la cooperación. Actuando según ese principio, la gente da para recibir, lo que creo que refleja el poder de una bondad esencial. Lo considero una fuerza importante de la naturaleza; que la evolución se basa en el concepto del beneficio mutuo y la generosidad. Es cierto en el mundo de los hongos, las plantas y los árboles. Sí, hay influencias negativas en el ámbito humano. Tenemos algunos malos actores. Pero creo que esa anomalía nos recuerda que es mejor basar nuestras acciones en los valores que nos esforzamos por alcanzar, en los principios que queremos transmitir a las generaciones futuras. ¿Quién les enseña a sus hijos a ser codiciosos, mezquinos y violentos? La benevolencia, la bondad, la confianza, el perdón: el hecho de que existan estos conceptos es para mí una prueba contundente de que la evolución de la vida se ha basado en el concepto de bondad.

Los hongos construyen suelo, lo que aumenta la capacidad de nutrir del ecosistema y, por tanto, la capacidad de añadir biodiversidad. Cuanto más compleja sea tu biodiversidad, mayor será tu elenco de personajes, más oportunidades tendrán las plantas y otras criaturas de colaborar para proporcionar el máximo beneficio. Cuanto mayor sea tu grupo de selección, más probabilidades de éxito tendrás. La verdadera riqueza no se mide por las posesiones materiales, sino por la abundancia de opciones y elecciones.

La micología (el estudio de los hongos) es capaz de ofrecer muchas soluciones. Sin embargo, está infrafinanciada, infravalorada e infrautilizada. Creo que esto demuestra el abismo de conocimientos que tenemos que superar. Pero también es una oportunidad perfecta para crear una "ciencia integradora", creando puentes de conocimiento entre los investigadores de redes fúngicas y otros científicos para

SIGUIENTE *Un ejemplar sano* de Morchella conica *o colmenilla negra*.

desarrollar una micología aplicada basada en soluciones prácticas. Tenemos que implicar a los hongos de forma decidida, porque son los agentes de la sostenibilidad, nos darán resiliencia.

LA VERDAD DE NUESTRA INTERCONEXIÓN

"Con los hongos y las setas, sólo hemos arañado la superficie de cómo funcionan y lo que saben."

El problema al que nos enfrentamos hoy en día es que vivimos en realidades artificiales en las que inventamos nuestros propios hechos. Cuanto más artificial es la realidad (por ejemplo, "El cambio climático es un engaño"), más se aleja uno de la verdad. Estas burbujas de falsas realidades a menudo se construyen para servir a los intereses de ciertos grupos y personas que intentan secuestrar tu conciencia. Es como quedarse atrapado en un videojuego. Acabas creyendo y jugando con las reglas de ese juego, pero el problema es que esas reglas no se aplican fuera del videojuego. Una vez que te sumerges en la naturaleza y empiezas a trabajar en el mundo real, te encuentras con un nuevo conjunto de reglas bien establecidas y una base de conocimientos probada durante milenios. No resolveremos nuestras emergencias a menos que un número suficiente de personas abandonen los videojuegos en los que están inmersos y vuelvan a participar en la conciencia de la naturaleza.

Todos tenemos un anhelo profundamente arraigado de experimentar la naturaleza. ¿Te imaginas cómo sería alguien que nunca hubiera estado en contacto con la naturaleza? ¿Si su realidad se hubiera limitado a ladrillos y edificios, a líneas rectas y asfalto? Si esa es su única visión de la realidad, ¿cuántas ideas creativas pueden surgir de ahí? Por desgracia, la mayoría de la gente está, hasta cierto punto, ecológicamente alienada, lo que Richard Louv acuñó acertadamente como "trastorno por déficit de naturaleza". Pero no es demasiado tarde. Aún podemos utilizar nuestra mejor tecnología y las herramientas de la ciencia para revelar respetuosa y humildemente los secretos de la naturaleza y extraer las profundidades de su conocimiento. Con los hongos y las setas, sólo hemos arañado la superficie de cómo funcionan y lo que saben. Hay literalmente miles de especies desconocidas, cada una con propiedades únicas que pueden contener respuestas a los enormes retos de la actualidad.

Hace cinco o diez años, la idea de que "todo está conectado" sonaban a delirios extraños. Ahora es menos controvertido, pero necesitamos encontrar formas de demostrar que esta interconexión es real y que cualquiera puede participar en una solución y tener un impacto significativo.

UN MOMENTO PARA LA INTERVENCIÓN TERAPÉUTICA

Nos guste o no, participamos activamente en nuestra evolución. El reto es que tenemos que evolucionar más rápido, porque los problemas que estamos creando están alcanzando nuestra capacidad de adaptación. Si no nos adaptamos y nos adelantamos a esta curva, perderemos la carrera y nuestra especie correrá hacia la extinción. Les ha ocurrido a innumerables especies antes que a la nuestra. Creo que estamos bien equipados para afrontar este reto, pero requerirá una mentalidad diferente, un cambio de paradigma en la conciencia, que lo contemple todo de forma holística.

Si tenemos en cuenta las redes de materia oscura que aparecen en los escáneres de alta tecnología del universo, las redes de micelio que se ramifican por la biosfera planetaria, las redes de capilares de nuestro cuerpo y las estructuras neuronales de nuestro cerebro, para mí son fundamentales en este nuevo paradigma. Todo está conectado, todo co-evoluciona. Las redes son la regla de la naturaleza, no la excepción.

ANTERIOR ARRIBA *La seta melena de león, rara y comestible*. ANTERIOR INFERIOR Ramaria *sp*. SIGUIENTE PÁGINA Gymnopus erythropus.

SECCIÓN II

PARA EL CUERPO

Hacemos algo más que fabricar setas...
tenemos la capacidad de hacer mucho más que
descomponer la materia...
cómo el fruto de nuestro trabajo, la mayoría de ustedes
sólo han arañado la superficie de nuestra utilidad.
Somos los cambiadores...

Las setas se han saboreado a través del tiempo por sus virtudes culinarias, pero poca gente conoce su valor nutricional y medicinal. Desde los nobles egipcios y los médicos griegos hasta los chamanes toltecas y los monjes budistas, las setas han sido utilizadas durante milenios por culturas de todo el mundo con fines curativos, ceremoniales y de supervivencia.

Liderados por una creciente comunidad de ciudadanos micófilos, activistas e innovadores, el estudio y cultivo de hongos está descubriendo poco a poco su increíble complejidad y su capacidad para tratar una asombrosa variedad de enfermedades y afecciones. Lo mejor es que sólo hemos empezado a rascar la superficie de su potencial.

En esta sección, los expertos exploran los numerosos beneficios potenciales para la salud y la deliciosa naturaleza de las setas.

SETAS: MARAVILLAS FARMACOLÓGICAS • **ANDREW WEIL** (*pág.74*)

ENFOQUE: UN CUENTO DE RECUPERACIÓN • PAUL STAMETS

DATOS SETÁSTICOS: LOS BENEFICIOS PARA LA SALUD Y LAS VARIEDADES DE HONGOS MEDICINALES

LOS HONGOS COMO ALIMENTO Y MEDICINA PARA LAS PLANTAS (Y PARA NOSOTROS) • **EUGENIA BONE** (*pág.80*)

DATOS SETÁSTICOS: EL PRIMER HONGO CULTIVADO

HOMENAJE DE UN FORRAJEADOR • **GARY LINCOFF** (*pág.92*)

ENFOQUE: GARY LINCOFF: MICO-VISIONARIO (1942–2018)

UN HONGO DE INTERÉS • **BRITT BUNYARD** (*pág.96*)

ENFOQUE: TRUFAS DEL DESIERTO • ELINOAR SHAVIT

DATOS SETÁSTICOS: LAS SETAS A TRAVÉS DEL TIEMPO: UNA HISTORIA ANTIGUA • ELINOAR SHAVIT

CULTÍVALAS TÚ MISMO • **KRIS HOLSTROM** (*pág.104*)

DATOS SETÁSTICOS: COMER SILVESTRE • KATRINA BLAIR

SETAS AL PUEBLO • **WILLIAM PADILLA-BROWN** (*pág.108*)

NUESTRO SISTEMA INMUNITARIO GLOBAL • **PAUL STAMETS** (*pág.112*)

CAPÍTULO 10

SETAS: MARAVILLAS FARMACOLÓGICAS

ANDREW WEIL

ANDREW WEIL, MD, es un líder de renombre mundial y pionero en el campo de la medicina integrativa, un enfoque de atención sanitaria orientado a la curación que abarca el cuerpo, la mente y el espíritu.

Los médicos occidentales no están entrenados para considerar que los hongos tienen un valor medicinal legítimo; pero lo tienen, y en algunos casos son más eficaces y apropiados que los métodos tradicionales. Afortunadamente, la tendencia está cambiando y sus beneficios empiezan a encontrar adeptos.

Aquí una pregunta: ¿Por qué los hongos y las plantas psicoactivas, como la adormidera y el cannabis, producen moléculas que se adaptan a los receptores del cerebro y el cuerpo humanos? ¿Qué significa eso? ¿Se trata de co-evolución? ¿Se han desarrollado estos receptores en nosotros debido a nuestra relación con estos organismos? ¿Por nuestro uso? Cuando en la facultad de medicina intentas hacer preguntas de este tipo, el profesor siempre te dice: "Eso es teleológico", es decir, que la pregunta se refiere a causas finales y propósitos y, por tanto, no tenemos por qué responderlas. Pero siempre he pensado que tenemos que intentarlo.

Las setas no son plantas. Pertenecen a su propio reino. De hecho, se parecen más a nosotros que a las plantas. Compartimos más secuencias de ADN con los hongos que con las plantas. Tanto los humanos como los hongos proceden de la misma rama del árbol evolutivo, separada de la rama que dio lugar a las plantas. Las setas son organismos inusuales. Sus tejidos se parecen más a los de los animales que a los de las plantas y su contenido en nutrientes también es más parecido al de los animales que al de las plantas. ¿Podrían explicarse algunos de los efectos medicinales que tienen sobre nosotros por esta estrecha relación genética?

Mis propias experiencias con las setas a lo largo de los años han sido beneficiosas y ventajosas para mí como médico, sobre todo porque me han enseñado mucho del mundo natural. Entré en la facultad de medicina con una licenciatura en botánica, lo que es inusual, pero me inspiró para usar remedios naturales y los enfoques naturales en la curación, la prevención y el tratamiento. Mi experiencia con las setas en todos los niveles, ya sea aprendiendo a identificarlas, buscándolas, probándolas, cocinándolas, comiéndolas o experimentando con sus efectos medicinales y de alteración de la conciencia, ha sido una parte muy importante de mi desarrollo, tanto personal como profesional.

Me llaman. Me hablan. Me gustan. Me gusta vivir con ellas. Me gusta cuidarlas. Disfruto de su belleza. Me gusta hacer de ellas una parte importante de mi dieta. Me gusta especialmente utilizarlas como remedios, porque las setas (al igual que las plantas) tienen químicas complejas que son muy diferentes de las moléculas extraídas individualmente y purificadas por las empresas farmacéuticas en diversos suplementos y medicamentos. Dar al cuerpo estas complejas matrices de moléculas tal y como las produce la naturaleza interactúa con la maquinaria de nuestros cuerpos de una mejor manera. He visto que la calidad y los efectos de estos productos son diferentes y a menudo mejores que los medicamentos químicos aislados. Los medicamentos químicos tienen su lugar, pero a menudo resulta mejor utilizar un remedio natural complejo.

ANTERIOR *Representaciones de las conexiones neuronales.*

BENEFICIOS PARA LA SALUD

En mis conferencias, comento lo extraño que resulta que las comunidades científicas y médicas convencionales hayan ignorado los hongos como posibles fuentes de nuevos medicamentos. Tal vez se deba a su inusual composición química. Tienen moléculas que no se encuentran en ningún otro lugar de la naturaleza. Algunas están llenas de toxinas. Pero si se buscan agentes farmacológicamente activos, se busca donde hay toxinas, porque muchas de éstas se convierten en medicamentos útiles en dosis bajas.

En Asia Oriental, sobre todo en Corea, China y Japón, existe una larga tradición de uso de los hongos como medicamentos. He estudiado la medicina tradicional china y me ha impresionado mucho como usan los hongos para resolver problemas para los que no tenemos soluciones en la farmacología occidental, como mejorar la función inmunitaria o ayudar al organismo a defenderse contra el cáncer de formas que no sean perjudiciales. No tenemos cosas así en la medicina occidental.

Enseño a otros médicos los usos de las setas y recomiendo con frecuencia las setas y sus productos a los pacientes; sus beneficios para la salud son innumerables y seguimos descubriendo otros nuevos. La posibilidad de que puedan aumentar el tratamiento convencional del cáncer es especialmente intrigante.

La cola de pavo (*Trametes versicolor*) es buen ejemplo. Es una seta discreta, pequeña y delgada, de color gris y marrón que crece en árboles y troncos muertos en el bosque. También mejora el sistema inmunológico, por eso ha sido investigado, ya que se ha utilizado en China y entre los nativos americanos durante cientos de años.[1] Yo mismo lo tomo. Es completamente comestible, y se lo recomiendo a mucha gente, especialmente como tratamiento complementario para cualquiera que esté recibiendo tratamiento convencional para varios tipos de cáncer.[2] Para las personas susceptibles a las infecciones, que tienen cáncer, o que están recibiendo quimioterapia o radiación que pueden dañar la médula ósea y el sistema inmunológico, la cola de pavo puede ser beneficiosa.

Algunas setas pueden ser útiles para personas con enfermedades degenerativas del sistema nervioso o lesiones nerviosas. La melena de león es una de ellas. Es una seta comestible que se puede encontrar en los bosques, y es deliciosa. Los cultivadores japoneses aprendieron a cultivarla y ahora está disponible en muchos mercados de ese país. También contiene un factor de crecimiento nervioso único. A menudo recomiendo la melena de león a las personas que tienen lesiones nerviosas, lesiones por compresión nerviosa o neuropatía. También existe la posibilidad de que tenga un efecto preventivo y terapéutico en personas con demencia.[3] Y la melena de león no es la única. Un estudio de 2017 sobre once setas, entre ellas *maitake*, *cordyceps* y otras nueve especies comestibles y medicinales, descubrió que cada una de ellas aumentaba la producción de células nerviosas en el cerebro, tanto, que podrían proteger tanto contra la demencia como contra el alzhéimer.[4] También hay pruebas de que la alta concentración de antioxidantes de las setas minimiza el daño celular, ralentiza el proceso de envejecimiento y disminuye la incidencia de enfermedades neurogenerativas.[5]

La mayoría de los hongos a los que me he referido se denominan poliporas: hongos con poros o branquias en la parte inferior que crecen en árboles vivos o muertos. Como grupo, tienen pocos miembros venenosos (la especie *Hapalopilus nidulans* es uno de ellos) y muchos están desingnados como seguros para la experimentación. Representan un abanico amplio de posibilidades medicinales y, como en realidad no tenemos nada para algunas de estas afecciones, tenemos que seguir probando sus compuestos.

SIGUIENTE *Especie desconocida*.

Tengo un buen amigo y colega que es médico formado en medicina china. He viajado a China con él y lo he traído a la Universidad de Arizona para que les enseñe a nuestros médicos. Una vez le oí decir: "Si pudiera resumir el propósito de toda la medicina china en una frase, sería disipar el mal y apoyar el bien." En la medicina occidental, estamos totalmente preocupados por disipar el mal. Dedicamos todos nuestros esfuerzos a identificar y eliminar los agentes de la enfermedad. Eso tiene su lugar, pero no hacemos casi nada por apoyar lo bueno, para auxiliar las funciones curativas y defensivas del cuerpo. Tenemos que equilibrar ambos enfoques, y gran parte del trabajo con los hongos se centra en apoyar lo bueno descubriendo la capacidad de los hongos para mejorar nuestros sistemas inmunológico y regenerativo.

UNA ACEPTACIÓN CADA VEZ MAYOR

En el mundo anglosajón, las setas tienen mala reputación. Se considera que no tienen beneficios nutricionales ni potencial médico y nos dan miedo sus propiedades psicoactivas. Creo que todo eso está cambiando. Ha habido una reevaluación y una creciente aceptación de las setas en la cultura occidental. Cada vez más gente incluye setas comestibles en su dieta y creo que veremos cómo las setas de psilocibina dejan de estar estigmatizadas. También creo que la profesión médica se está abriendo poco a poco al gran valor que ofrecen las setas para la salud y la curación.

NOTAS

1. A. Web, "Turkey Tail Mushrooms for Cancer Treatment?" Dryed.com, abril 1, 2011, accessed July 2018; F. Li, H. Wen, Y. Zhang et al., "Purification and Characterization of a Novel Immunomodulatory Protein from the Medicinal Mushroom *Trametes versicolor*," *Science China Life Sciences*, vol. 54 (2011), https://doi.org/10.1007/s11427-011-4153-2.
2. C. J. Torkelson, E. Sweet, M. R. Martzen, M. Sasagawa et al., "Phase 1 Clinical Trial of Trametes versicolor in Women with Breast Cancer," ISRN Oncology, vol. 12 (2012), http://doi.org/10.5402/2012/251632; Q. Zhang, N. Huang et al., "The H^+/K^+-ATPase Inhibitory Activities of Trametenolic Acid B from *Trametes lactinea* (Berk.) Pat, and Its Effects on Gastric Cancer Cells," Fitoterapia 89 (septiembre 2013): 210–17, https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0367326X1300141X?via%3Dihub.
3. Erica Julson, "9 Health Benefits of Lion's Mane Mushroom (and Side Effects)," Healthline.com, mayo 19, 2018, consultado en julio 2018, https://www.healthline.com/nutrition/lions-mane-mushroom.
4. Chin Wei Phan et al., "Edible and Medicinal Mushrooms' Emerging Brain Food for the Mitigation of Neurodegenerative Diseases," *Journal of Medicinal Food* (enero 2017).
5. Matt Swayne, "Mushrooms Are Full of Antioxidants That May Have Anti-Aging Potential," *Penn State News*, septiembre 9, 2018, https://news.psu.edu/story/491477/2017/11/09/research/mushrooms-are-full-antioxidants-may-have-antiaging-potential.

ARRIBA *Paul Stamets y su madre*

ENFOQUE: UN CUENTO DE RECUPERACIÓN

A mi madre, de ochenta y tres años, le diagnosticaron cáncer de mama avanzado en fase 4 en 2009. Pasé mucho tiempo en clínicas oncológicas con ella y hablando con médicos que le daban menos de tres meses de vida. Tenía tumores por todo el cuerpo y estaba muy avanzado para una mastectomía o radioterapia. Uno de los médicos mencionó un interesante estudio sobre las setas de cola de pavo de la Universidad Bastyr, en colaboración con la Facultad de Medicina de la Universidad de Minnesota, y le dijo que quizá mamá querría probarlas. Ella se rió y dijo: "¡Mi hijo ya los está suministrando!" Así que le pusieron Taxol (del tejo del Pacífico) y Herceptin (un fármaco convencional contra los anticuerpos), y empezó a tomar ocho cápsulas de cola de pavo al día: cuatro por la mañana y cuatro por la noche. En 2018, casi una década después, mi madre de noventa y tres años estaba viva y saludable, sin tumores detectables. Se ha informado ampliamente que los hongos medicinales como la cola de pavo ayudan a que la medicina convencional y los agentes quimioterapéuticos funcionen mejor, y creo que ella es un ejemplo vivo de ello. Desconozco la influencia que tuvo cada una de esas sustancias, pero desde luego estoy agradecido.

—PAUL STAMETS

DATOS SOBRE LOS HONGOS:

BENEFICIOS PARA LA SALUD Y VARIEDADES DE HONGOS MEDICINALES

Los beneficios de los hongos para la salud se remontan a miles de años atrás. El poliporo de abedul *Piptoporus betulinus* (*Fomitopsis betulina*), por ejemplo, conocido por sus propiedades antibióticas, antiparasitarias y antiinflamatorias (entre otros beneficios), se encontró en un botiquín neolítico que Otzi, el Hombre de Hielo, llevaba hace 5,300 años.[1]

En la era moderna, la evidencia basada en la investigación de los beneficios para la salud de diversos hongos sigue creciendo, mostrando su capacidad para:

- Potenciar el sistema inmunitario
- Ayudar a defenderse de enfermedades e infecciones causadas por virus, bacterias y protozoos
- Estimular los radicales libres que dañan las células
- Aumentar la resistencia y durabilidad de los huesos
- Estimular la autodestrucción de los tumores
- Favorecer el sistema nervioso, la neurogénesis y la salud mental
- Aumentar la longevidad
- Modular la presión arterial y el colesterol
- Normalizar los niveles de azúcar en sangre
- Favorecer la salud general al proporcionar una rica fuente de vitaminas, minerales, antioxidantes, aminoácidos, fibra y proteínas

Muchos de los hongos con los agentes curativos más potentes no son originarios de Estados Unidos; las variedades de hongos asiáticos ocupan un lugar destacado en la lista de hongos curativos. Y no todas las setas medicinales son comestibles.

Estas son las variedades que han demostrado tener un mayor impacto sobre la salud, hasta ahora:

- Agarikon (*Fomitopsis officinalis*)
- Almendra (*Agaricus subrufescens*)
- Pezuña negra (*Phellinus linteus*)
- Chaga (*Inonotus obliquus*)
- Rebozuelos (*Cantharellus cibarius*)
- Cordyceps (*Cordyceps militaris*)
- Cremini (*Agaricus bisporus*)
- Melena de león (*Hericium erinaceus*)
- Maitake (*Grifola frondosa*)
- Ostra (*Pleurotus ostreatus, Pleurotus pulmonarius*)
- Reishi (*Ganoderma lucidum, G. linzhi, G. resinaceum*)
- Shiitake (*Lentinula edodes*)
- Cola de pavo (*Trametes versicolor*)
- Haya blanca / Shimeji (*Hypsizygus tessellatus*)

NOTA

1. M. Pleszczynska et al., "*Fomitopsis betulina (Formerly Piptoporus betulinus)*: The Iceman's Polypore Fungus with Modern Biotechnological Potential," *World J Microbiol Biotechnol* 33, no. 5 (May 2017): 83, https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/28378220.

CAPÍTULO 11

LOS HONGOS COMO ALIMENTO Y MEDICINA PARA LAS PLANTAS (Y PARA NOSOTROS)

EUGENIA BONE

EUGENIA BONE es una escritora de naturaleza y gastronomía conocida en todo el país. Su trabajo ha aparecido en varias revistas y periódicos, como el *New York Times, el Wall Street Journal, Saveur, Food & Wine y Sunset*. Es autora de seis libros, entre ellos *Mycophilia: Revelations from the Weird World of Mushrooms* y su último título, *Microbia: A Journey into the Unseen World Around You*.

La complejidad del mundo invisible sigue asombrándome, todo gracias a las setas. Me ayudaron a comprender el complejo y hermoso funcionamiento de la naturaleza y me abrieron los ojos a la interconexión entre todos los seres vivos.

Me aficioné a las setas porque me encanta comerlas, sobre todo las silvestres. Pero si quería encontrar las adecuadas, tenía que aprender algo sobre su biología, sobre cómo y dónde crecen. Hay una gran subcultura de micófilos, gente fascinada por las setas. Salen de fiesta juntos, viajan juntos, cazan y comen setas juntos. Son una especie de exploradores de placer con una inclinación científica. Mi tipo de gente. Empecé a juntarme con ellos y a asistir a sus festivales y excursiones micológicas para convertirme en una mejor buscadora de setas. En el proceso, me enamoré de la micología, la biología de los hongos. Eso cambió mi forma de verlo todo. Las setas son la ventana a través de la cual llegué a comprender la naturaleza de una manera más profunda. Fue la historia de las setas, de los hongos, la que me introdujo en la gloriosa historia de la simbiosis, la interdependencia de todos los organismos tanto lo visto como lo no visto.

ARRIBA *Picando setas para una comida.* ANTERIOR DE IZQUIERDA A DERECHA *Shimeji blanco* (Hypsizygus tessulatus); *Plato de setas preparado; Una variedad de setas picadas; Una cesta de una de las más deliciosas de todas las setas, los boletus* (grupo Boletus edulis).

UN MISTERIO QUE SE DESVELA

Como mucha gente, pensaba que las setas eran plantas cuando empecé a aprender sobre ellas. Pero no es así, las setas no son ni vegetales ni animales, sino algo intermedio, un reino aparte. Son principalmente agua y fibra como las plantas y sus frutos, pero evolutivamente hablando, están más cerca de nosotros en el árbol de la vida. Hay cerca de 3,8 millones de especies de hongos, superando la diversidad de las plantas.[1] Veinte mil de ellas producen setas, y de ellas, solo un pequeño número son venenosas, un número ligeramente mayor (unas treinta) son comestibles, y un puñado de otras tienen poderosos beneficios para la salud. El resto permanecen desconocidas.

Quizá sea ese misterio lo que provoca el miedo a las setas. Asocian las setas y los hongos con el moho, la muerte y la putrefacción, lo cual es comprensible. Al fin y al cabo, muchos tipos son putrefactos. Y, ciertamente, hay algunas que, si te las tragas, pueden destrozarte el hígado o los riñones. Pero también hay bayas en el bosque que pueden matarte. Es cuestión de conocer las setas.

Las setas son los cuerpos fructíferos de los hongos. Imagínatelo así: el hongo es como un manzano subterráneo y la seta es como la manzana. Son demasiado pequeños para tener estómago, así que se alimentan excretando enzimas, jugos gástricos que descomponen los alimentos fuera de su cuerpo. Un hongo que vive en un pedazo de madera descompondrá la materia vegetal en sus partes moleculares, en carbono, nitrógeno, fósforo, etc. y luego el hongo absorberá los nutrientes que necesita. Esto le permitirá crecer un poco más. Hay hongos que pueden descomponer cualquier cosa que tenga una base de hidrocarburos y los que descomponen organismos muertos y moribundos en realidad devuelven esos nutrientes al ecosistema. Los hongos actúan al final del ciclo vital de los organismos que descomponen, pero al reciclar la materia de la vida en organismos vivos, también están presentes al principio. Los hongos no envejecen ni mueren como nosotros. En teoría, un hongo puede vivir eternamente siempre que disponga de alimento para crecer, por eso uno de los organismos más antiguos y grandes de la Tierra es un hongo que vive en la cima de una montaña de Oregón.[2] Aun así, hay que tener en cuenta que un hongo sólo puede ser tan grande como su fuente de alimento y tan viejo como esa fuente.

CONECTORES BIOLÓGICOS

Entre las especies de hongos productoras de setas, hay tres estilos de vida basados en la forma en que se alimentan. Son como categorías culinarias. Esos grupos de estilos de vida son los hongos sapróbios (los descomponedores), los hongos micorrícicos y endofíticos (los mutualistas) y los parásitos.

Los hongos sapróbios son los que se ven en los troncos talados. Descomponen los árboles caídos, sus hojas y ramas y recogen sus nutrientes. Si no fuera por ellos, viviríamos bajo kilómetros de restos vegetales.

Los hongos micorrícicos son mutualistas, viven en la superficie o en el interior de las raíces de la mayoría de las plantas, donde intercambian agua y nutrientes como el fósforo, por azúcar que las plantas fabrican durante la fotosíntesis. Es una relación simbiótica: la planta y el hongo cooperan para obtener los nutrientes que necesitan, pero que no pueden fabricar solos. La mayoría de las plantas tienen micorrizas asociadas, incluso algunas como las coníferas, dependen totalmente de los hongos en sus raíces para obtener nutrientes no fotosintéticos. (Si aprietas las puntas de las raíces de las coníferas, olerán a setas).

Esta red subterránea de hongos micorrícicos también estabiliza los suelos. El hongo emite una sustancia pegajosa llamada glomalina que junta las partículas del suelo y las impermeabiliza para que no se deshagan al pasar el agua. Los hongos micorrícicos también funcionan como una vía de comunicación que permite a las plantas conectadas entre sí compartir información química. Por ejemplo, un aviso químico de que hay termitas en el área.

El otro tipo de mutualistas son los hongos endófitos, es decir, los que viven entre las células de las plantas. Todas las plantas analizadas tienen hongos endofíticos viviendo entre sus células. Hasta ahora, los científicos han descubierto algunos endófitos que prestan servicios de defensa a las plantas, ahuyentando a los depredadores. Otros proporcionan tolerancia al estrés, ayudando a superar condiciones hostiles, como temperaturas anormalmente altas.

Si un caballo fuera a comer ciertas especies de hierba festuca se puede enfermar, pero no a causa de la hierba. Enferma por culpa del hongo que vive entre las células de la hierba. El hongo está tratando de proteger su hábitat. Cuando una planta está estresada, como durante una sequía, puede producir partículas que dañan sus propias células. Algunos hongos endófitos alivian esa respuesta al estrés produciendo antioxidantes que mitigan el daño a las células de la planta. Se trata de un campo de investigación apasionante, porque resulta que los endófitos que ayudan a un tipo de planta a hacer frente, por ejemplo, a las altas temperaturas, pueden introducirse en otros tipos de plantas para que también puedan soportar altas temperaturas. Eso es potencialmente prescriptivo para un planeta que se calienta.

Se ha hablado y escrito mucho sobre el papel de las redes micorrícicas en los bosques, pero estas redes son igual de importantes para la agricultura. Del mismo modo que las redes de hongos proporcionan nutrientes a los árboles, los hongos de los entornos agrícolas hacen lo mismo por las plantas de un campo o un jardín. Pero si se labra un campo, se destruyen esas redes fúngicas, lo que les impide a las plantas obtener agua y nutrientes que le proporcionarían los hongos. Cuando se abona, la planta ya no necesita obtener del hongo los nutrientes necesarios, como el fósforo, por lo que deja de producir azúcar y el hongo retrocede. Además, los fungicidas esparcidos en las tierras de cultivo actúan de forma muy parecida a como lo hacen los antibióticos con nosotros: Hay daños colaterales.

ANTERIOR *Mezcla de setas silvestres.*

Puede que estés intentando matar un hongo patógeno, porque es cierto que algunos dañan a las plantas, pero también puedes matar hongos útiles. Así que si hay una sequía o alguna otra amenaza ambiental para el cultivo, la red de hongos que ha sido destruida por la labranza o azotada por el fungicida no estará allí para apoyar a la planta o estabilizar el suelo. Esta es una de las razones por las que la USDA recomienda la agricultura sin labranza, que sustituye el arado mecánico por métodos menos perjudiciales para el suelo.[4]

Por último, el tercer grupo, el de los hongos parásitos, es conocido por la mayoría de los agricultores y jardineros porque se alimentan de plantas. Los más destructivos son capaces de arrasar bosques enteros. La costa este de Estados Unidos solía albergar enormes bosques de castaños gigantes, las "secuoyas del este". Ahora todos han desaparecido, talados por un hongo.

UN PARAÍSO GASTRONÓMICO

No comemos muchos hongos parásitos como alimento. El único que se me ocurre es el *huitlacoche*, que son tumores o protuberancias en el maíz causados por cierta especie de hongos. Comemos principalmente hongos sapróbios. Cuando vas al supermercado y ves un expositor de setas, probablemente todas son saprobias, es decir, setas que son cuerpos fructíferos de hongos que se descomponen para vivir. Esto se debe a que las setas sapróbicas son fáciles de cultivar. Sólo hay que proporcionarles su alimento preferido y las condiciones atmosféricas adecuadas. La seta cultivada más común es el *Agaricus bisporus*, que incluye el champiñón botón blanco, el cremini y el portobello (todos son la misma especie). El cremini es sólo una versión marrón, y el portobello es un cremini maduro. La diferencia de sabor es insignificante, aunque el portobello tiene algo más de sabor, porque tiene esporas y las esporas tienen sabor. Las setas que aparecen en los menús de los restaurantes como "silvestres", como las shiitake y las *Grifola frondosa*, también llamadas maitake o cabeza de oveja, son más cultivadas que silvestres, aunque existen variedades silvestres. Pero si ve maitake en un menú en junio en Los Ángeles, puede estar seguro de que es cultivado; en EE. UU., el maitake silvestre es una seta de temporada otoñal, principalmente del noreste o del Atlántico medio.

Las setas silvestres más caras son mutualistas. Setas como los boletus y los rebozuelos son los cuerpos fructíferos de hongos micorrícicos que viven en una relación simbiótica con las plantas, principalmente los árboles. Son difíciles de cultivar porque hay que plantar un huerto y establecer un microbioma en el suelo para mantener a los hongos. Tendrías que reproducir la simbiosis entre distintos organismos vivos. En el caso de la mayoría de las setas, no es económicamente viable. Por eso, hay que encontrar setas como los rebozuelos, sacarlas del bosque y venderlas a un distribuidor antes de que acaben en el risotto, por eso son caras.

El único hongo micorrícico que cultivamos es la trufa. Como las trufas cuestan tanto, algunas personas están dispuestas a arriesgarse e intentar cultivarlas. Se han cultivado varios tipos de trufas con bastante eficacia, hay cientos de especies de trufas, pero sólo unas pocas que nos guste comer. Las trufas son setas que evolucionaron para crecer bajo tierra, renunciando al viento como medio de dispersión de esporas. Así que las trufas evolucionaron para emitir compuestos aromáticos cuando sus esporas están maduras, que atraen a distintos animales según la especie de trufa. Algunas especies atraen a las ardillas, pero las trufas que preferimos evolucionaron para atraer a los cerdos.

La famosa trufa blanca de Italia nunca se ha cultivado con éxito. Quizá sea porque se necesita otro simbionte para que el hongo fructifique. Sin duda, hay otros simbiontes en juego bajo tierra. De hecho, las bacterias que viven en la trufa pueden ser las responsables de los fabulosos aromas que tanto nos gustan. En cualquier caso, tendemos a pensar que la simbiosis tiene dos protagonistas, pero en la naturaleza todo es simbiótico en algún grado.

Los humanos podemos detectar cinco tipos principales de sabor: dulce, salado, ácido, amargo y umami, un sabor a carne. Las setas tienen sabor umami, porque contienen los nueve aminoácidos necesarios para constituir una proteína completa, no tantos como el bistec, pero sí de alta calidad.[5] Esa proteína es la razón por la que, si sustituyes la carne por setas en tus recetas, ingerirás menos calorías, pero seguirás sintiéndote saciado. Las setas también son una fuente de vitamina D_2. Cuando las setas se irradian, algo parecido a ponerlas en una cama de bronceado, la luz ultravioleta convierte un compuesto que contienen en vitamina D_2, de forma parecida a como la luz solar convierte un compuesto de nuestra piel en vitamina D.[6] El alto contenido en proteínas y la capacidad de producir vitamina D son solo dos de las muchas similitudes que los humanos compartimos con el reino fungi.

MEDICINA DEL REINO

Hay setas medicinales y hongos en la medicina. Los hongos en la medicina (o, mejor dicho, infecciones fúngicas) afectan a nuestro organismo de alguna forma negativa, como los hongos de las uñas de los pies. Si has tenido uno, sabes lo difícil que es deshacerse de una infección por hongos. Y es que matar a los hongos que viven en nosotros no es tan fácil. En el árbol de la vida, los hongos están más cerca de los animales que de las plantas, por lo que el medicamento que mata a un hongo también puede hacernos daño a nosotros. Los médicos aprenden sobre los hongos medicinales en la escuela, porque todos tratamos habitualmente con infecciones fúngicas.

Los hongos medicinales, por su parte, se utilizan como curativos. Por ejemplo, algunos hongos producen compuestos que actúan como agentes de guerra química: luchan contra competidores o intrusos, como bacterias, virus y otros hongos. El moho penicillium, origen de la penicilina, es uno de los hongos más utilizados en la medicina occidental. Sin embargo, la medicina tradicional china y otras prácticas naturistas prescriben una variedad de setas y hongos en forma de extractos, tés y alimentos que tienen menos que ver con atacar la enfermedad y más con apoyar la salud. Por ejemplo, el *Ophiocordycep sinensis*, también conocido como hongo oruga, es un hongo medicinal muy apreciado, un parásito de las larvas de la polilla fantasma tibetana. El hongo se utiliza para muchas dolencias, pero se considera especialmente útil si se intenta mantener a raya las infecciones secundarias, de modo que si te estás recuperando de una enfermedad catastrófica y tu sistema inmunitario está comprometido, este hongo puede ayudarte.

ARRIBA *Cocina con setas.*

La larva de la polilla fantasma es un pequeño gusano anaranjado que se infecta con una espora de O. *sinensis*. La espora germina y crece, devorando al gusano desde el interior y acabando con él, al tiempo que produce sustancias químicas para ahuyentar a los competidores por el cadáver de la larva, como otros hongos y bacterias. Finalmente, el hongo produce un cuerpo fructífero a partir de la cabeza de la larva. No es realmente una seta, pero desempeña el mismo papel en el ciclo reproductivo del hongo. De todos modos, la medicina no está en la seta; se cree que está en el gusano, al que el hongo ha atacado con antibióticos defensivos. De nuevo, como estamos cerca de los hongos en el árbol de la vida, también podemos beneficiarnos de esos antibióticos.

SABIDURÍA MICROBIANA

La cultura de la micofilia, el amor por las setas parece ir en aumento. No sólo comer setas o cazarlas. Cada vez más gente parece interesarse por la biología de estos organismos, su capacidad para ayudar a las plantas tanto desde el punto de vista nutricional como defensivo y su papel en la salud humana. Es una revelación darse cuenta de que formas de vida como los árboles tienen socios microscópicos que desempeñan papeles clave en su bienestar. Es como las noticias que oímos sobre los simbiontes bacterianos de nuestros intestinos. El mundo invisible sustenta el mundo visible y sin embargo, no fue hasta hace poco que descubrimos que estaban ahí.

Para mí, la micología fue una ciencia de entrada al increíblemente complejo mundo de la microbiología. Los hongos son microscópicos y las setas macroscópicas, por lo que el estudio de la micología forma un puente entre el mundo que se ve y el que no se ve. Es difícil comprender la vida microscópica,

pero estamos empezando a reconocer que cada organismo que puedes ver es un entorno para una ecología que no puedes ver. Organismos como las bacterias y los hongos viven en complejas comunidades microscópicas que funcionan bajo las mismas reglas ecológicas que los animales del Parque. Así que, en cierto sentido, si entiendes un bosque, puedes entender una cucharadita de tierra.

La ecología, quién come a quién y quién ayuda a quién a comer a quién, es lo que sustenta los conocimientos del micólogo Paul Stamets y otros, permitiéndoles entender, por ejemplo, como podrían funcionar los pesticidas de hongos o cómo los hongos podrían remediar el suelo. Si no se observa la vida microscópica desde un punto de vista ecológico, es muy difícil ver algo. Es importante que lo veamos, porque como me dijo una vez el gran microbiólogo Moselio Schaechter: "Eugenia, medio mundo es microbiano. Sin un poco de microbiología, no puedes entender la mitad de ti misma."

NOTAS

1. David L. Hawksworth y Robert Lücking, "Fungal Diversity Revisited: 2.2 to 3.8 Million Species," *Microbiology Spectrum* 5, no. 4 (2017), http://www.asmscience.org/content/journal/microbiolspec/10.1128/microbiolspec.FUNK-0052-2016.
2. Nin Flanagan, "The Largest Living Thing on Earth Is a Humongous Fungus," BBC.com, noviembre 14, 2014, http://www.bbc.com/earth/story/20141114-the-biggest-organism-in-the-world.
3. M. Jia, L. Chen, H.L. Xin, et al., "A Friendly Relationship between Endophytic Fungi and Medicinal Plants: A Systematic Review," *Frontiers in Microbiology* 7 (2016): 906, https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4899461/.
4. Christy Morgan, "NoTill Leads to Healthy Soil and Healthy Soil Leads to a Better Growing Season," USDA Natural Resources Conservation Service, www.nrcs.usda.gov, consultado en julio 2018.
5. E. Bass, R. S. Stevenson, y H. C. Srinivasan, "Amino Acid Composition of the Protein from a Mushroom (Pleurotus sp.)," *Applied Microbiology* 11, no. 3 (1963): 184-7.
6. "Mushrooms and Vitamin D," BerkeleyWellness.com, Diciembre 5, 2016, consultado en julio 2018.

ARRIBA *Setas ostra* (Pleurotus ostreatus). ANTERIOR *Mezcla de setas silvestres*.

DELICIOSAS RECETAS CON SETAS

Unas palabras sobre la compra, el almacenamiento y la cocción de las setas. Las setas son los cuerpos fructíferos de los hongos y como tales, deben comprarse y conservarse del mismo modo que las flores o las frutas. Cuando compres setas, busca la elasticidad de la juventud en la textura y en el olor a tierra. Al igual que las bayas, no laves las setas hasta que vayas a prepararlas. Guárdalas sin lavar en una bolsa de papel en el refrigerador. Las setas se pueden saltear, asar, asar a la parrilla o hervir. Algunas especies pueden comerse crudas, pero no todas, las morillas, por ejemplo, te enferman si las comen crudas. En caso de duda, cocina las setas. Aquí tienes un par de mis recetas favoritas:

PENNE AI FUNGHI CON RÚCULA

Para 4 personas

INGREDIENTES

2 tazas de setas ecológicas variadas, por ejemplo setas ostra, maitake o shitake picadas en trozos grandes y sin los tallos duros
5 cucharadas de aceite de oliva, divididas
¼ de taza de caldo caliente de pollo (o de setas o verduras)
1 cucharada de ajo picado
1 cucharada y media de jugo de limón, dividido.
1 cucharadita de mejorana seca
Sal y pimienta negra recién molida al gusto
¾ de libra de pasta penne
2 tazas de rúcula fresca, lavada y cortada en trozos pequeños
Queso parmesano rallado (opcional)
Perejil de hoja plana picado (opcional)

Esta receta se basa en la idea de la pasta fagioli. Funciona sorprendentemente bien. Se puede sustituir la rúcula por berros.

Precalienta el horno a 450°F. Coloca los champiñones en una bandeja y rocíalos con 2 cucharadas de aceite de oliva. Ásalos durante 20 minutos, salteando una o dos veces para darles la vuelta hasta que estén tiernos. Pon las setas y el caldo en una licuadora y tritúralos hasta obtener un puré.

En una sartén grande, calienta 2 cucharadas de aceite de oliva a fuego medio. Añade el ajo, 1 cucharada de jugo de limón y la mejorana, cocina unos minutos hasta que el ajo adquiera aroma, pero no se dore. Añade el puré de champiñones. Cocina el tiempo suficiente para que se caliente bien.

Añade sal y pimienta al gusto.

Mientras tanto, pon a hervir agua en una olla grande con sal y pon la pasta. Cocina hasta que esté al dente, unos 12 minutos. Escurre y agrega la pasta a la salsa de champiñones. Remueve para mezclar la salsa de champiñones y la pasta y calienta a fuego medio-bajo.

Mezcla la rúcula con la cucharada restante de aceite de oliva y 1 cucharadita de jugo de limón. Puede ajustar el aceite o el jugo de limón a tu gusto. (No hace falta preparar la ensalada en absoluto; también está muy buena al natural).

Sirva la pasta con 1/4 de taza de guarnición de rúcula en cada plato.

Como alternativa, adereza la pasta con queso parmesano rallado y perejil de hoja plana picado, al gusto.

SOPA DE SETAS SILVESTRES

Para 4 personas

INGREDIENTES

2 cucharadas de mantequilla sin sal
1 taza de cebolla picada (aproximadamente ½ cebolla grande)
1 libra de setas silvestres, por ejemplo, boletus, rebozuelos, erizos o maitake cortadas en láminas
⅓ taza de vino Marsala dulce o Madeira
1 cucharada de harina
4 tazas de caldo de pollo (o de setas o verduras)
2 ramitas de tomillo fresco
4 cucharadas de queso mascarpone (o nata espesa)
Tomillo fresco picado para decorar
Sal y pimienta negra recién molida

Para conseguir ese sabor silvestre sin comprar costosas setas frescas, sustituye las setas silvestres por 5 onzas de boletus secos rehidratados en 5 tazas de agua tibia durante unos 20 minutos hasta que estén blandos y 1 libra de champiñones blancos cortados en láminas. Los porcinis secos añaden el sabor y los botones la textura.

Derrite la mantequilla en una olla sopera pesada a fuego medio. Agrega las cebollas y cocina hasta que estén blandas, unos 3 minutos. Añade las setas y saltéalas hasta que suelten su líquido, unos 15 minutos. Agrega el vino Marsala, tapa y lleva a ebullición. Retira la tapa y deja que el vino se reduzca, entre 3 y 5 minutos. Incorpora la harina a la mezcla de setas. Añade el caldo y las ramitas de tomillo. Lleva la sopa a ebullición, luego baja el fuego y cocina a fuego lento durante unos 20 minutos, removiendo de vez en cuando hasta que los sabores se fundan.

Quita las ramitas de tomillo. Retira aproximadamente la mitad de las setas y tritúralas en una licuadora. Vuelve a añadir las setas molidas a la sopa y mézclalas. La sopa debe tener la consistencia de una sopa de maíz. Si parece demasiado espesa, añade más caldo o agua caliente.

Para servir, echa una cucharada de mascarpone en cada plato de sopa y decora con tomillo picado.

DATOS SETÁSTICOS:

LA PRIMERA SETA CULTIVADA

ARRIBA *Hongo de botón blanco* (Agaricus bisporus).

SIGUIENTE *Especies desconocidas de seta.*

El primer champiñón que se cultivó en Estados Unidos fue el Agaricus bisporus (comúnmente conocido como seta de botón blanco), y se lo tenemos que agradecer a Francia. Durante el reinado de Luis XIV, los cultivadores franceses observaron que el hongo crecía sobre estiércol de caballo. Trasladaron el micelio que había debajo a lechos de abono, donde las setas crecían en abundancia controlada. Con el tiempo se dieron cuenta de que podían secar el micelio y enviarlo. Esa es una de las cosas realmente interesantes del micelio: puede secarse y permanecer inactivo durante mucho tiempo, pero en cuanto se le añade agua, se despierta.

Aunque había un problema. Este micelio deshidratado era básicamente un producto silvestre y contenía todo tipo de invasores microbianos. A veces otros hongos y bacterias lo mataban cuando los comerciantes estadounidenses lo compraban y cultivaban. Esto motivó al USDA a averiguar como cultivar *Agaricus bisporus* a partir de esporas, garantizando así tanto la especie como la pureza del cultivo. En la actualidad, prácticamente todos los champiñones blancos proceden de la misma espora, denominada híbrido U1, que descubrió una científica holandesa llamada Gerda Fritsche en 1980. Esta "superespora" fue seleccionada y sigue siendo la preferida, porque produce un alto rendimiento de champiñones resistentes a las enfermedades y con buen sabor. De hecho, un trozo de micelio de *A. biosporus*, del tamaño de una pila de reloj y el peso de una mosca, puede producir 100,000 libras de champiñones de botón blanco.

CAPÍTULO 12

HOMENAJE DE UN FORRAJEADOR

GARY LINCOFF

Aunque algunos se refieren a las setas y los hongos como el tercer reino, para mí son el reino mágico. El aprendizaje es infinito y me encuentra donde esté.

Las setas me dan energía. Las tomo como algunas personas toman vitaminas. Sólo necesito pensar en ellas para empezar a sentir la emoción.

Entre todos los biólogos, yo adoraba a la difunta Lynn Margulis, leí todo lo que escribió. Una vez dijo que no podíamos entender las micorrizas, que no podíamos entender la simbiosis y que no podíamos entender la conexión micelial, porque nuestra sociedad está atrapada en una mentalidad capitalista e individualista. Todo lo que olía a comunalismo era comunismo. Incluso si eras científico, si simpatizabas con una perspectiva más amplia e inclusiva de lo que hace funcionar al mundo, no eras de fiar. Durante muchas generaciones, hemos sufrido el mito de que los individuos trabajan mejor solos. Pero cuando se trata de micelio, no existe la soledad.

APRENDIZAJE SIN FIN

Vivo en Nueva York y, cuando empecé a aprender sobre las setas en los años setenta, descubrí que nadie en este país sabía nada de ellas. Ni siquiera en el Jardín Botánico de Nueva York sabían lo que eran las setas, y siguen sin saberlo. No es algo común.

Un día, hace años, salí a pasear con un grupo de una de esas sociedades botánicas de aficionados a los que no les importa los beneficios nutricionales o medicinales de una planta; lo único que quieren es ponerle nombre. Yo llevaba una bolsa de plástico con setas de tapa de tinta. No recuerdo por qué. Al cabo de una hora de caminata, el fondo de la bolsa se llenó de estiércol negro. Tres de las personas de la caminata miraron la bolsa y dijeron: "Tienes tapas de tinta." A lo que conteste: "Vaya, ¿cómo lo sabes?" Me dijeron: "Somos miembros de la Sociedad Micológica de Nueva York." Me quedé atónito. Llevaba tiempo buscándolos. No estaban en la guía telefónica. Nadie sabía quiénes eran. "¡Los he estado buscando!" Fue como encontrar una seta rara.

Cuanto más tiempo pasábamos juntos, más nos dábamos cuenta de lo poco que sabíamos sobre las setas, así que decidimos hacer un viaje. Primero fuimos a China, allí estudiamos setas durante tres semanas, pasando mucho tiempo con los lugareños. Fuimos a Japón e hicimos lo mismo. Acabamos viajando a treinta países diferentes de seis continentes, conociendo a gente y estudiando las setas. No parábamos de hacerles preguntas como: "¿Qué tienen? ¿Dónde crecen? ¿En qué se parecen? ¿En qué se diferencian? ¿Cuáles son sus rituales?" Encontramos grupos enteros de personas que tenían ideas totalmente distintas de las nuestras, e incluso de las de los demás. A los rusos, por ejemplo, les encantan las setas.

ANTERIOR Lycoperdon perlatum, *conocido popularmente como globo hinchado común.*

Todo el mundo lo sabe. Y también lo saben los Koryaks, una minoría étnica que vive en el Lejano Oriente ruso. Pero los koryaks no comen setas rusas y los rusos no se fían de los koryaks. Un ejemplo: los koryaks tienen una fuerte relación con la Amanita muscaria, conocida por sus fuertes cualidades alucinógenas. Los rusos creen que te matará.

Es una de las cosas que más me gustan de las setas. El aprendizaje es interminable, pero siempre se está progresando. Sabes más de lo que sabías el año pasado, y sabes mucho más de lo que sabías hace cinco años. Vas corrigiendo tus errores a medida que aprendes por el camino, porque todos cometemos errores. Todos identificamos mal las cosas. ¿Y qué? Se trata de explorar.

FORRAJE URBANO

"Llevamos desde 2011 visitando sistemáticamente los parques de la ciudad cada semana y hemos encontrado casi mil setas diferentes. Un millar. ¡En la ciudad de Nueva York!"

Vivo a poca distancia de Times Square y a sólo otros cinco minutos de Central Park, que tiene ochocientos acres. Casi todos los fines de semana, incluido el invierno, dirijo a un grupo de amigos de la Sociedad Micológica de Nueva York, junto con algunos otros, todos aficionados, a uno de los parques de la ciudad para recoger y estudiar las setas que encontramos e intentar encontrar patrones en lo que vemos. Tengo unos quince adictos empedernidos que, pase lo que pase, salen a cazar setas, incluso en un domingo de fútbol. Eso realmente demuestra pasión. Y cada vez que salimos, podemos garantizar encontrar cincuenta setas diferentes. El Parque Prospecto de Brooklyn, con sus quinientas hectáreas, es fabuloso para las setas. Queens está lleno de parques y también es muy bueno para las setas. Llevamos visitando sistemáticamente parques de la ciudad cada semana desde 2011, y hemos encontrado casi mil setas diferentes. Un millar. ¡En la ciudad de Nueva York!

Creo que hemos transformado la noción de urbanidad y vida urbana en una matriz más amplia y natural que dice que coexistimos con la naturaleza por mucho que creamos que no. Los edificios dicen que no y las tiendas dicen que no, pero lo hacemos.

No lo elegiría, pero aunque viviera en un desierto seguiría siendo micólogo, y mi primera misión sería encontrar trufas del desierto. Es difícil de explicar, pero las setas son en cierto modo más reales para mí que el lugar donde vivo.

ENFOQUE:
GARY LINCOFF: MICO-VISIONARIO (1942 -2018)

Gary Lincoff era un auténtico original: un apasionado y entusiasta defensor de la interconexión de la naturaleza y una figura muy querida en el campo de la micología. Es autor de varias guías de identificación de setas, entre ellas la seminal *National Audubon Society Field Guide to North American Mushrooms* (1981) y, más recientemente, una edición revisada de *The Complete Mushroom Hunter: An Illustrated Guide to Foraging, Harvesting, and Enjoying Wild Mushrooms* (2010), ambas consideradas lecturas esenciales tanto para el aficionado como para el profesional. Fue uno de los primeros miembros de la Sociedad Micológica de Nueva York, ocupó la presidencia de la Asociación Micológica Norteamericana (NAMA) y participó activamente en la Asociación Micológica de Connecticut-Westchester (COMA), que lo describió como "el Sócrates de la micología" por su profundo y reflexivo enfoque de la educación del público. También impartió clases en el Jardín Botánico de Nueva York durante cuarenta y dos años y educó a más de cuatro mil estudiantes en más de trescientos cincuenta cursos. Su corazón y su influencia serán recordados durante mucho tiempo.

ARRIBA *Gary Lincoff.*
ANTERIOR *Mezcla de setas silvestres.*

CAPÍTULO 13

UN HONGO DE INTERÉS

BRITT BUNYARD

BRITT BUNYARD es editor y redactor jefe de *Fungi Magazine*, profesor universitario con un doctorado en patología vegetal por la Universidad Estatal de Pensilvania y micólogo en ejercicio. También fue jefe de redacción de *McIlvainea: Journal of American Amateur Mycology* y editor temático de *Annals of the Entomological Society of America*.

Una creciente y diversa comunidad de investigadores, recolectores y ciudadanos científicos ha transformado el mundo de la micología. Es "lo nuevo", pero, al igual que el ecoturismo, debemos ser buenos administradores.

Creamos *Fungi Magazine* hace doce años para llenar un vacío entre las revistas académicas, que tienden a ser áridas y técnicas, y los boletines especializados con pocos lectores y una cobertura limitada. Hay muchos micófilos entusiastas que se dedican a la búsqueda de comida o a la fotografía de setas, o que tienen algún otro interés en las diversas aplicaciones de los hongos y las setas, pero que no recibían la información que necesitaban de ninguna otra fuente. El Festival de Setas de Telluride, que comenzó en 1981 con el nombre de Telluride de las Setas Silvestres refleja ahora la diversidad de la revista. Hay muchos ponentes y temas diferentes y aunque no sean micólogos académicos o profesionales, son los verdaderos expertos.

Normalmente vendemos unos cien pases completos y luego cientos de varios pases de un solo día, pero en 2018 agotamos casi de inmediato todos los pases completos y todos los eventos abiertos al público. ¿Por qué? Bueno, el interés ha ido en constante aumento, pero este año algunas cosas han sido diferentes. Una de ellas fue que contamos con la presencia de Paul Stamets, que siempre atrae a una multitud y es el alma de este evento desde hace mucho tiempo. Otra fue el homenaje a Gary Lincoff, muy querido por muchos. Y creo que el nuevo libro de Michael Pollan *How to Change Your Mind* tuvo un impacto por centrarse en los beneficios terapéuticos de la psilocibina, producida por más de doscientas especies de setas. Así que fue una tormenta perfecta de todo eso.

ARRIBA *El sombrero de pantera* (grupo Amanita pantherina). ANTERIOR *Pequeñas setas marrones, especie desconocida*.

ELINOAR SHAVIT es micromicóloga. Fue presidenta de la Sociedad Micológica de Nueva York y preside el Comité de Hongos Medicinales de la Asociación Micológica Norteamericana (NAMA). Es autora y conferenciante habitual en Estados Unidos y el extranjero sobre setas medicinales, trufas del desierto y micromicología.

ARRIBA *Trufa blanca.*

SIGUIENTE *Trufa negra.*

ENFOQUE: TRUFAS DEL DESIERTO

En los vastos desiertos del Medio Oriente y al sur del Mediterráneo crece una familia de trufas conocidas colectivamente como trufas del desierto. Estas trufas del desierto son un alimento importante para los habitantes indígenas de estos desiertos, ya que producen cuerpos fructíferos muy nutritivos después de que llueve, normalmente en un momento en el que se han utilizado la mayoría de las provisiones almacenadas, pero aún no se dispone de provisiones frescas. Los viajeros de Arabia informan que algunas tribus beduinas sólo comen trufas del desierto durante toda la temporada.

Las trufas del desierto son apreciadas donde crecen y de todos los hongos, son los que más tiempo llevan siendo utilizados por el hombre. Su historia sigue prácticamente la de la civilización humana. Los sumerios, egipcios, griegos y romanos hablaban de ellas y también se mencionan en el Talmud judío y en los escritos religiosos del Islam. Incluso se afirma que las trufas del desierto son el maná bíblico. Los textos hebreos originales de la Biblia relativos al maná indican al lector cómo es la trufa blanca del desierto *Tirmania nivea*, dónde y cuándo encontrarla, cómo recolectarla e incluso cómo cocinarla y conservarla. Estos pasajes bíblicos se leen como la página de la *Tirmania nivea* en una moderna guía de campo de las trufas del desierto, y esas instrucciones todavía son seguidas hoy por los beduinos y otros recolectores de trufas del desierto.

Lamentablemente, el cambio climático y la invasión de la civilización humana en las zonas tradicionales de cultivo de trufas del desierto amenazan la supervivencia del hábitat de las trufas, así como la cultura y el modo de vida de los pueblos indígenas que las celebran.

—ELINOAR SHAVIT

UNA COMUNIDAD DIVERSA

La comunidad de las setas está formada por diferentes intereses. Hay a quienes las setas les hacen volar la mente, a quienes les encanta buscarlas y a quienes les encanta cocinarlas. También hay investigadores en lugares como UCLA y NYU que utilizan la psilocibina como ayuda terapéutica. Es una cultura muy diversa.

"La gente como tú y como yo lo está haciendo por sí misma, aprendiendo a forrajear, investigar y experimentar por su cuenta."

Históricamente, el interés por las setas era sobre todo culinario, junto con cierto interés científico y artistas atraídos por sus sorprendentes imágenes, pero eso era todo. La contracultura sacó a la superficie el componente psicodélico, ahora cada uno de esos grupos se ha ido ampliando y transformando. En los círculos culinarios, por ejemplo, algunas setas, como las shiitake, las ostras, los rebozuelos y las colmenillas, de repente están de moda y todo el mundo quiere probarlas.

La búsqueda de plantas, hierbas y otras cosas silvestres está en su apogeo. Pero la idea de cultivar y recolectar setas por sus propiedades medicinales, convertirlas en tés, tinturas y similares, no existía hace diez o veinte años. Este sector ha experimentado una explosión. Y ahora, gracias a Paul Stamets, la gente está empezando a utilizar hongos y setas para limpiar el planeta, aplicándolos a vertidos de petróleo y vertederos de residuos tóxicos. Esta micorremediación tiene un enorme potencial.

Todo esto ha impulsado el interés por la micología, y no son los académicos. La gente como tú y como yo lo está haciendo por sí misma, aprendiendo a buscar e investigar y experimentar por su cuenta. El campo se ha beneficiado mucho de estos científicos ciudadanos.

Así que hay mucho ímpetu. El micelio, las setas y los hongos se están convirtiendo en la nueva "novedad". En 2018, hubo intentos por conseguir una medida para legalizar los hongos psicodélicos en la boleta electoral de Colorado. Pensé: "Tienes que estar loco. Eso nunca va a pasar." Y entonces recordé, "Oh, espera un minuto. Recuerdo vívidamente haberle dicho a la gente hace diez años que el cannabis nunca sería legal."

ARRIBA *Especie de seta desconocida*. SIGUIENTE Hongos de estantería que crecen en un árbol de madera dura en el *Refugio Nacional de Vida Silvestre de Necedah, Wisconsin.*

¿QUÉ SIGUE?

No cabe duda de que hay algunos problemas. La recolección de setas silvestres se está haciendo demasiado popular en algunas zonas del país. En muchos estados del Oeste, por ejemplo, especialmente en los bosques nacionales, se necesita un permiso para ir a buscar setas. En Washington, las normas de recolección pueden ser tan específicas como el distrito de bomberos o de guardabosques en el que te encuentres y hay límites sobre cuántas setas de qué tipo puedes recoger. Depende de las setas; si la variedad es comercialmente importante, deberás tener un permiso y pagar una tasa de recolección. Así que todo el mundo sale al bosque a buscar setas. Es un poco como el ecoturismo. El peligro en algunos lugares puede estar en amarlas hasta la muerte y no ser buenos administradores de la tierra. Y, por supuesto, saber cuáles son comestibles y cuáles no.

Pero, en general, creo que estos avances son muy positivos, sobre todo en lo que respecta al potencial de estos agentes para limpiar nuestro planeta. Ya está ocurriendo. Se oyen muchas historias catastrofistas sobre la pérdida de hábitats, la contaminación del agua, etc. Pero también hay buenas noticias sobre comunidades que se han dado cuenta de que pueden cambiar las cosas.

DATOS SETÁSTICOS:

LAS SETAS A TRAVÉS DEL TIEMPO: UNA HISTORIA ANTIGUA

Las setas, ya sea con fines nutritivos, medicinales o como experiencia extática han sido utilizadas por diferentes culturas de todo el mundo durante miles de años.

- Se encontraron esporas de hongos en los restos de una mujer que murió hace casi veinte mil años en lo que hoy es España. Los investigadores especulan que podrían haber sido nutricionales, medicinales o incluso ceremoniales.
- En la época egipcia se hacía referencia a las setas como "hijos de los dioses"; los jeroglíficos muestran a nobles egipcios bailando alrededor de imágenes ampliadas de lo que parecen ser setas. Otros textos egipcios destacaban recetas con setas como plato principal por su valor nutritivo.
- El cuerpo momificado del hombre de los hielos Ötzi, llamado así por haberse encontrado en los Alpes de Ötztal, en la frontera que separa Austria de Italia, data aproximadamente del año 3300 a.C. Llevaba consigo dos tipos de poliporas: la del abedul (*Piptoporus betulinus*), que crece casi exclusivamente en los abedules y aún se utiliza para combatir infecciones y como digestivo, y el hongo yesquero (*Fomes fomentarius*), muy conocido como iniciador del fuego y por su capacidad para transportar brasas a largas distancias.
- Tienen una larga historia en Asia: Se han encontrado referencias al reishi (lingzhi o *Ganoderma lucidum*) en escritos de hace dos mil años. Se dice que los monjes budistas que viajaban de monasterio en monasterio difundían información sobre los efectos curativos de los hongos que ellos y los sacerdotes taoístas utilizaban en rituales.
- Los antiguos griegos y romanos consideraban que los hongos eran un misterio, ya que estos organismos no eran ni plantas ni animales, y no tenían un origen discernible. Estos pueblos antiguos trataban las setas como manjares para privilegiados y más tarde las reconocieron por su potencial de aumentar la salud y la resistencia.
- Las variedades del hongo chaga (*Inonotus obliquus*) se utilizaban en Siberia, Escandinavia y otras regiones de latitudes septentrionales para una serie de dolencias relacionadas con infecciones, inflamaciones, resistencia, alivio del dolor y lo que hoy llamaríamos cáncer.
- Los arqueólogos descubrieron en México y Guatemala estatuas que representaban a lo que llamaban "chamanes de las setas" y que datan de hace miles de años. Las culturas maya, tolteca y azteca de México ritualizaban el consumo de una amplia gama de enteógenos, incluida la psilocibina (la "carne de los dioses").

—ELINOAR SHAVIT

ANTERIOR ESQUINA SUPERIOR IZQUIERDA *Un surtido de setas (© Taylor Lockwood).* ANTERIOR ESQUINA SUPERIOR DERECHA *Obra de arte que representa setas venenosas.* ANTERIOR EN MEDIO *Piedra de seta maya de más de dos mil años de antigüedad.* ANTERIOR INFERIOR *Micelio Soñando © Autumn Skye Morrison.*

CAPÍTULO 14

CULTÍVALAS TÚ MISMO

KRIS HOLSTROM

KRIS HOLSTROM es la propietaria de Tomten Farm, una granja de investigación, demostración y educación basada en la permacultura a gran altitud y fuera de la red, cerca de Telluride (Colorado). Asesora sobre diseños de permacultura, jardinería comestible y medicinal y huertos escolares y comunitarios a través de la organización sin ánimo de lucro SWIRL, Southwest Institute for Resilience.

Una de las cosas buenas de las setas es que son fáciles de cultivar y podemos aprender de nuestros errores. Elije tus favoritas, investiga un poco y ¡listo!

Andrew Weil y Paul Stamets me introdujeron a las posibilidades del cultivo de setas en el Festival de Telluride hace muchos años, y me siguen inspirando las nuevas voces de Tradd Cotter, Daniel Reyes, Leif Olson y muchos otros. No hace falta mucho para que te nazca el interés de las setas si te preocupa el medio ambiente, tu salud o el futuro de nuestro planeta.

Existen libros exhaustivos y fantásticos para sumergirse en el cultivo de setas, pero el mejor consejo que he oído es: no te dejes intimidar ni retrases tu incursión en el cultivo de setas, porque parezca demasiado complejo. Simplemente, ¡ponte a cultivar!

Considéralo:

1. ¿Qué tipo de setas te gustan? Tenemos la suerte de contar con varios grandes proveedores de semillas de setas en Estados Unidos.

2. ¿Dispones de algún sustrato, el material que utiliza el micelio y los hongos para crecer? ¿Astillas de madera, paja, cartón, troncos de madera dura?

Al ser descomponedores primarios, muchos de los hongos más deliciosos y fáciles de cultivar prefieren maderas duras como el roble o el aliso. Los hongos ostra parecen ser los omnívoros del mundo del cultivo y pueden crecer en todo, desde cartón hasta posos de café o paja.

Nuestro viaje en nuestra granja de permacultura, Tomten Farm, empezó con esas dos preguntas. Tenemos muchos robles Gambel y nos gustan las setas shiitake. Un poco de investigación y algunos consejos de los que tienen experiencia me llevaron a hacer mi primera inoculación de troncos de roble utilizando un "*plug spawn*", pedazos de madera que vienen ya miceliadas y listas para usar. Cortamos robles entre tres y cuatro pulgadas de diámetro en trozos adecuados. Al cabo de unas dos semanas nos pusimos manos a la obra (los trozos necesitan un tiempo de maduración para que la savia se asiente). Un taladro con una broca de 5/16, un mazo de goma y un poco de cera de abeja son las necesidades básicas.

Primero taladramos un patrón de agujeros en espiral que cubre todo el tronco. Existen brocas especiales que se detienen a la profundidad adecuada o puedes marcar la broca y detenerte en la

ANTERIOR Armillaria *sp. creciendo en un tronco musgoso.*

profundidad deseada mientras taladras. Hay que evitar que queden bolsas de aire en el fondo del agujero. El siguiente paso es introducir las clavijas en los agujeros con un mazo. El último paso fue cubrir los agujeros con cera de abejas para sellar la humedad y sellar las esporas competidoras.

Guardamos los troncos detrás de un cobertizo para que estuvieran cubiertos de nieve todo el invierno. La primavera siguiente, los movimos a una zona sombreada donde podíamos cuidarlos, regándolos de vez en cuando en nuestro clima seco. Los primeros shiitakes tardaron un año en brotar. El segundo verano tuvimos una fructificación significativa tras sumergir los troncos en un barril de agua durante unos días. Dependiendo de tus condiciones (tuvimos una sequía excepcional y tuvimos que compensar), podrías ver la fructificación en un plazo de seis a doce meses.

También tengo amigos en el negocio de los árboles que siempre están buscando lugares donde depositar sus residuos de astillas de madera. Puedo conseguir astillas mixtas de coníferas y frondosas en cualquier momento y si se lo pido amablemente, me traen un cargamento de madera pura. Suele ser gratis, pero siempre les doy unos dólares por su tiempo y gasolina.

Para este sustrato de astillas de madera hicimos una cama exterior con restos de madera sin tratar. Las astillas se esparcieron en la cama mientras cada capa recibió agua y una generosa rociada de aserrín generador comprado en Mushroom Mountain. Cubrimos la cama con una sábana, ya que tuvimos un mes de junio muy caluroso y seco y queríamos proteger las semillas del calor. Al final del verano, la cama estaba completamente micelizada y húmeda. Empezamos a ver frutos a principios de otoño. Cubrimos la cama con paja aislante a ver qué pasa el año que viene.

También construimos una sala de setas en nuestro invernadero para usar mis plantas menos favoritas, el cardo, como sustrato. ¡Y funcionó! Mi amigo sacó un camión cargado de cardos de su propiedad y con su ayuda económica y la de un becario de la granja, experimentamos. Primero, secamos y trituramos los tallos de cardo. Probamos cuatro combinaciones de cardo y paja, pasteurizando diferentes lotes utilizando calor, productos químicos y medios anaeróbicos para matar la mayoría de las esporas y microorganismos competidores para tener el sustrato listo para la inoculación, que es el proceso de mezclar el sustrato con las semillas de hongos. A continuación, llenamos bolsas de plástico transparente con el sustrato y las semillas de ostras. Medimos la producción durante las semanas y meses siguientes y descubrimos con gran satisfacción que el sustrato 100% de cardo era el de mayor producción. Este tipo de sorpresas son una gran parte de lo que hace que el cultivo de setas sea tan divertido.

Si incluso estos sencillos métodos te parecen abrumadores, considera la posibilidad de empezar comprando un kit de setas para la encimera de la cocina. Son regalos estupendos, perfectos para estudiantes porque no requieren mucha implicación personal ni dependen del uso de productos de desecho locales.

Jugar es una forma estupenda de cultivar y aprender a amar las setas. Son sorprendentes por su variedad y su capacidad, como estamos empezando a descubrir, para descomponer nuestros productos "de desecho." Piensa en las cantidades de cartón, productos de madera sin tratar y otros materiales orgánicos que se tiran a los vertederos. Gran parte de eso podría utilizarse para cultivar setas. Los residuos se convierten en recursos. A medida que adquieres más experiencia, es posible que pruebes técnicas más sofisticadas utilizando campanas de flujo y entornos controlados para la producción. Es fácil y satisfactorio convertir lo que sería un desecho en un proceso micelial y luego deleitarse con el logro de cultivar tu propio festín de setas.

DATOS SETÁSTICOS: COMER SILVESTRE

Cuando comemos directamente de la tierra en la que vivimos, las plantas y setas resuenan con una inteligencia brillante. Esta interacción nos recuerda que nosotros también somos brillantes. Porque somos lo que comemos, nos conectamos profundamente con la tierra que nos rodea. Cuando introducimos alimentos silvestres en nuestro organismo, nuestra intuición se agudiza y nos recuerda que debemos ser buenos guardianes del planeta. Las raíces de los dientes de león, por ejemplo, se adentran en la tierra para extraer minerales y almacenarlos en sus hojas, que luego nos mineralizan cuando las comemos o bebemos su té. Las setas descomponen y reciclan las cosas. Cuando las comemos, nos ayudan a descomponer lo que no necesitamos. Hacen que todo nuestro cuerpo sea eficiente. Nos ayudan a renovarnos constantemente, a resistir y a prosperar.

—KATRINA BLAIR

KATRINA BLAIR es escritora y defensora de las plantas silvestres.Entre sus libros figuran *Local Wild Life: Turtle Lake Refuge Recipes for Living Deep* y *The Wild Wisdom of Weeds: 13 Essential Plants for Human Survival.*

ARRIBA *Mezcla de setas silvestres.*

CAPÍTULO 15

SETAS AL PUEBLO

WILLIAM PADILLA-BROWN

WILLIAM PADILLA-BROWN es un emprendedor social, científico ciudadano, micólogo, ficólogo aficionado, chamán urbano, poeta, padre y fundador de MycoSymbiotics LLC, una empresa de investigación micológica y producción de setas con sede en New Cumberland, Pensilvania.

Nunca es demasiado tarde para perseguir tus sueños. Mi propio camino para convertirme en micólogo y organizador comunitaria tuvo sus altibajos, pero no lo cambiaría por nada del mundo.

Dejé el instituto a los dieciséis años porque interfería en mi educación. Me di cuenta muy joven de que mucha gente no estaba aprendiendo lo que realmente necesitaba para vivir una vida de éxito, así que empecé a buscar un estilo de vida alternativo. Las setas y la ciencia del diseño de la permacultura se convirtieron en la clave para liberar ese potencial para mí.

Empecé investigando mucho en Internet y asistiendo a talleres desarrollando un sistema educativo independiente y no tradicional para mí. Conocí a muchos jardineros y científicos especializados en permacultura de mi zona y, a medida que me iba relacionando con ellos, me di cuenta de que la mayoría sabía muy poco sobre las setas y sin embargo, todos tenían setas en su jardín. Así que investigué un poco más y descubrí que nadie en un radio de cien millas de donde yo vivía tenía información sobre las setas ni enseñaba a nadie sobre ellas.

Ahora soy micólogo, cultivador de setas, diseñador de permacultura certificada y educador. Dedico gran parte de mi tiempo a comprender patrones y a diseñar técnicas para trasladar esos conocimientos a entornos urbanos. Me dedico a enseñarle a los habitantes de centros urbanos cómo pueden utilizar esta información y estas ciencias para aliviar el estrés económico y construirse una vida mejor. Voy a mercados agricultores y trabajo con niños para aumentar sus conocimientos ecológicos. Básicamente, expongo a estas personas a nuevas realidades, les muestro que hay otras formas de vivir que no los llevarán a la cárcel. Veo a mucha gente que no sabe de dónde viene su comida, que no sabe cómo está conectada con su comunidad, que no sabe cómo está conectada con el medio ambiente. En el centro de la ciudad, la mayoría de la gente no ha tenido la oportunidad de pasear por la naturaleza y los que sí la han tenido a menudo no han recibido la educación necesaria para entender lo que están experimentando.

También veo muchos desiertos alimentarios en zonas urbanizadas donde no hay muchas tiendas de comestibles y cuando las hay, la mayoría son alimentos envasados y procesados sin alternativas frescas. La gente local no tiene ninguna relación con los alimentos que come. Así que si puedo mostrarles alimentos de verdad, sobre todo los que se cultivan en su comunidad, empiezan a entender el mundo holístico en el que viven. Ver alimentos sanos y nutritivos delante de tus ojos, saber de dónde proceden y conocer sus positivos es la manera de abrirte nuevas posibilidades con un impacto real, especialmente las setas, porque tienen muchos nutrientes.

ANTERIOR DE IZQUIERDA A DERECHA *Setas ostra* (Pleurotus); Cordyceps militaris *cultivado*; Agaricus bisporus *marrón cultivado*. Agaricus bisporus; *Setas ostra* (*grupo* Pleurotus ostreatus) *cultivadas fructificando en paja*.

ABRIENDO NUEVOS CAMINOS

Llevo a cabo gran parte de mi trabajo a través de MycoSymbiotics, una empresa de investigación y producción micológica que puse en marcha en 2015. No tenemos un sitio web propiamente dicho, pero sí un blog completo, *podcasts* y una sólida presencia en las redes sociales. Nuestra sede en Lemoyne, Pensilvania, a las afueras de Harrisburg, tiene un laboratorio y una granja de setas que utilizamos con fines educativos. La gente puede visitar nuestras instalaciones y familiarizarse con la ciencia, pero yo también lo llevo todo de gira. Mucha gente no puede darse el lujo de salir de la ciudad con regularidad, así que enseño en escuelas y eventos diversos para llevar esta información a lugares que de otro modo nunca la recibirían. También voy a granjas urbanas y granjas de permacultura en el centro de las ciudades, como la Charm City de Baltimore, donde enseño o planto setas y aprendo lo que hacen los demás.

"Las granjas de setas pueden construirse en graneros, cobertizos y sótanos, todos son lugares de fácil acceso para la mayoría de la gente. Por poco dinero se puede obtener un rendimiento muy grande."

Primero empecé a cultivar setas en un armario, luego me trasladé a mi casa y me apasionó cultivar setas gourmet y medicinales en espacios reducidos. Por eso mi enfoque del cultivo de setas es diferente de los métodos convencionales que utilizan laboratorios y explotaciones agrícolas multimillonarias. Me centro en desarrollar técnicas de baja tecnología que cualquiera pueda aplicar. Conozco a otros micólogos que están experimentando con técnicas similares y compartimos nuestros conocimientos y experiencia. Acercar este trabajo y estos hongos a más gente refleja el espíritu de lo que todos estamos haciendo. Estas nuevas técnicas utilizan residuos agrícolas y urbanos como posos de café y cartón para crear entornos de bajo coste para el cultivo de setas. Las "granjas" de setas pueden construirse en graneros, cobertizos y sótanos, todos son lugares de fácil acceso para la mayoría de la gente. Por poco dinero se puede obtener un rendimiento muy grande.

También me interesan mucho los hongos micomedicinales. Mis dos abuelos por parte de mi madre fallecieron de cáncer; tomaban todo tipo de pastillas y vivían muy incómodos al final de sus vidas. Ojalá hubieran conocido algunos de estos inmunomoduladores, como el hongo reishi. Me interesan especialmente los hongos cordyceps, en concreto el *Cordyceps militaris*, que es potenciador del sistema inmunitario.[1] Gente de todo el mundo me envía especímenes. Intento crear cepas comerciales resistentes para un microcultivo emergente de cultivadores de cordyceps. Este tipo de cultivo es nuevo en Estados Unidos. Hace tiempo que se cultiva el micelio del cordyceps con fines medicinales, pero el cultivo del cuerpo frutal del cordyceps lo inicié yo mismo en los últimos dos años. Mi objetivo es aumentar su producción y hacerla llegar a las masas.

Además, siempre estoy buscando cultivos gourmet y medicinales. Si encuentro un espécimen fúngico que hace algo interesante, tal vez crece en un lugar extraño o desempeña algún tipo de función de micorremediación, descomponiendo algo fúngico, lo llevo al laboratorio y lo estudio. Comparto la información con mis amigos de esta maravillosa red de micelios de la que formo parte para ver qué pueden averiguar. Nuestro objetivo es identificar diferentes códigos de barras genéticos y ver si tal vez hemos encontrado una nueva especie o algo que añadir al árbol filogénico en desarrollo. Creo que el análisis de ADN seguirá creciendo como herramienta analítica.

SIGUIENTE *William Padilla-Brown trabaja con su comunidad para cultivar un huerto urbano de setas.*

SIGUE TU FELICIDAD

Mucha gente a mi alrededor pensaba que las setas eran raras, pero ahí vive mi pasión. El viaje ha sido increíble y gratificante. Siento que estoy ayudando de verdad a la gente de mi comunidad, alimentándolas y proporcionándoles medicinas. Mi experiencia me ha enseñado lo importante que es para las personas seguir las cosas que les interesan, independientemente de lo que digan los demás, sobre todo cuando es algo ético y ecológico que puede ayudarnos a todos a vivir de forma más holística en el planeta. Haz lo que te gusta, da lo mejor de ti y compártelo. Puede que las personas que te apoyen no estén en tu comunidad inmediata, pero están ahí fuera.

NOTE

1 Yong Sun et al., "Regulation of Human Cytokines by Cordyceps militaris," *Journal of Food and Drug Analysis* 20, no. 4: 860-67, https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1021949814000301; M. Jeong et al., "Cordyceps-Enriched *Cordyceps militaris* Induces Immunomodulation and Tumor Growth Delay in Mouse-Derived Breast Cancer," Oncology Reports 30, no. 4 (2013): 1996-2002, https://doi.org/10.3892/or.2013.2660

CAPÍTULO 16

NUESTRO SISTEMA INMUNITARIO GLOBAL

PAUL STAMETS

Las setas pueden ser poderosas para la salud. A lo largo de la historia, las culturas indígenas han usado las setas como medicina y a medida que el mundo occidental empieza a estudiarlas en serio, aprendemos cada vez más sobre su increíble potencial.

Autóctona de los bosques del noroeste del Estado de Washington, existe una especie única de seta llamada agarikon. Su nombre en latín es *Laricifomes officinalis*, también conocida como *Fomitopsis officinalis*. Se utiliza con fines medicinales desde hace más de dos mil años. En el año 65 de nuestra era, el médico griego Pedanius Dioscorides, que también era farmacólogo y botánico, escribió sobre el agarikon en *De Materia Medica*, describiéndolo como el elixir ad longam vitam: *el elixir de la larga vida*. Está al borde de la extinción en Europa y Asia, pero he encontrado ejemplares en los imponentes bosques antiguos de la Columbia Británica y el noroeste del Pacífico estadounidense.

Llevo muchos años investigando el agarikon y tengo la mayor biblioteca de cepas de agarikon del mundo. ¿Por qué me interesa tanto este hongo? Bueno, es el hongo más longevo del planeta. Crece en las profundidades de los bosques antiguos, está sometido a vientos huracanados y a cientos de centímetros de lluvia al año mientras se defiende de legiones de bacterias parasitarias y otros hongos. Y aun así, estos hongos pueden vivir hasta setenta y cinco años. ¿Cómo puede sobrevivir bajo tantas presiones y, sin embargo, ser capaz de vivir más que muchos humanos? ¿Cuál es el secreto de la longevidad del agarikon?

Trabajando con los laboratorios de los Institutos Nacionales de Salud, descubrimos la razón: un potente sistema inmunitario que reveló una nueva clase de agentes antivirales. Uno de los componentes del agarikon y de otros hongos que lo hacen tan valioso desde el punto de vista medicinal son los polifenoles y otros metabolitos, que son secretados por las células y que resultan ser potentes estimuladores del sistema inmunitario.[1] Dado que los seres humanos están afectados por muchos de los mismos microbios que dañan a los hongos, lo que estamos aprendiendo sobre las defensas del huésped del agarikon contra los patógenos tiene mucha aplicabilidad. Y como la ciencia médica descubrió hace tiempo que los agentes antivirales difieren en su capacidad para defenderse de los competidores microbianos, es importante disponer del mayor número posible de cepas de agarikon. Afortunadamente, tras décadas de búsqueda de esta escurridiza especie, hemos aislado más de sesenta cepas de agarikon y puede que las necesitemos todas.

ANTERIOR ARRIBA Lactarius sp., *Refugio Nacional de Vida Silvestre del Ártico, Alaska.* ANTERIOR INFERIOR Hygrocybe coccinea, *Refugio Nacional de Vida Silvestre Rachel Carson, Maine.*

DEFENSA CONTRA LO IMPENSABLE

La tuberculosis (TB) es la novena causa de muerte en todo el mundo, y la tasa va en aumento.[2] En 2016 se produjeron aproximadamente diez millones de nuevos casos de la enfermedad, dos tercios de ellos en solo siete países: India, Indonesia, China, Filipinas, Pakistán, Nigeria y Sudáfrica. En 2016, se estima que un millón de niños se enfermaron de tuberculosis. La tuberculosis farmacorresistente es ahora un problema creciente en todo el mundo, y la tasa de éxito del tratamiento no supera el 50%.

Una de las razones por las que Dioscórides cantaba las alabanzas del agarikon es que se utilizaba para tratar las enfermedades respiratorias y la "tisis", que ahora llamamos tuberculosis.[3] Hace unos años, un par de investigadores académicos intrigados por esta historia llegaron a una remota isla de la Columbia Británica en busca de agarikon. Cuando encontramos algunos y los examinamos en el laboratorio, descubrimos dos nuevos compuestos antimicrobianos que eran específicamente activos contra la bacteria de la tuberculosis. Acabamos publicando un artículo pionero sobre nuestros hallazgos.[4]

Hace años, presentamos más de trescientas muestras de diversos extractos de hongos al programa de biodefensa Bioshield, administrado por los Institutos Nacionales de Salud y el Instituto de Investigación Médica de Enfermedades Infecciosas del Ejército de Estados Unidos. De todas las muestras presentadas, destacó el agarikon. De las siete cepas que se probaron, algunas mostraron una actividad excepcionalmente fuerte contra virus como el de la viruela (viruela vacuna), la gripe porcina (H1N1) y aviar (H5N1), y el herpes (VHS-1, VHS-2). Algunos de estos resultados fueron confirmados por un equipo de investigadores rusos, que también descubrieron que el agarikon es comparativamente no tóxico para las células humanas en comparación con las opciones antivirales existentes.[5] Dada nuestra creciente resistencia a los antibióticos modernos utilizados habitualmente para una gran cantidad de afecciones, estos resultados son increíblemente prometedores.

ARRIBA *Paul Stamets sostiene un agarikon* (Fomitopsis officinalis o Laricifomes officinalis) *de casi cuarenta años, procedente de un bosque antiguo de Washington.*

Y lo que es más importante, el agarikon podría haber ayudado a los pueblos nativos de Norteamérica a protegerse de enfermedades víricas como la viruela y los virus de la gripe introducidos por los colonos europeos si hubieran sabido que el micelio que crece en el interior del árbol excretaba estas sustancias antivirales.[6] Aunque la Organización Mundial de la Salud declaró oficialmente que los casos de viruela que se producían de forma natural habían terminado en 1980, el gobierno de Estados Unidos incluye la viruela entre los agentes biológicos que más teme que puedan utilizar los terroristas. La Administración de Alimentos y Medicamentos (FDA) ha aprobado recientemente su primer fármaco para el tratamiento de la viruela: TPOXX, o tecovirimat. La investigación sobre el tecovirimat comenzó, quizá no por casualidad, después de los atentados terroristas del 11 de septiembre.[7]

PROTEGER EL FUTURO

"Incorporar estos hongos a nuestras vidas y a nuestro entorno refuerza la defensa de todo el ecosistema".

¿Qué importancia tienen los hongos para la medicina? El ejemplo más claro y mejor que tenemos es el descubrimiento de la penicilina por Alexander Fleming en 1928. Descubrió que cuando un contaminante accidental se introducía en sus cultivos de bacterias estafilocócicas, inhibían las bacterias a medida que crecían los cultivos. Se preguntó cuál era la causa, lo que le llevó a su descubrimiento. Recibió el Premio Nobel en 1945 por su trabajo, pero la historia es mucho más larga.

Las cepas de penicilina producidas entonces en los laboratorios de Fleming y otros no eran lo bastante productivas para hacerlas comercialmente viables, así que la investigación continuó. Alrededor de 1942, un ayudante de laboratorio de Chicago adquirió una pieza de fruta enmohecida en el supermercado local y aisló la cepa que se convirtió en la primera hiperproductora de penicilina. Resulta que distintas cepas de hongos de una misma especie pueden expresar distintas cantidades de principios activos, lo que habla de la importancia de la micodiversidad. Todo esto ocurrió durante la Segunda Guerra Mundial y el descubrimiento fue revolucionario, porque no había antibióticos de amplio espectro que pudieran ayudar a curar las heridas de batalla. Las potencias aliadas disponían de estas potentes cepas antibacterianas. Las potencias del Eje no.

Era un descubrimiento tan importante, y los científicos estaban tan preocupados por la posibilidad de perder las cepas si sus laboratorios eran bombardeados que impregnaron los cuellos de sus camisas con esporas del moho Penicillium. Era un hecho bien conocido que los soldados heridos sufrían largos periodos de recuperación, si es que se recuperaban, además de restar tiempo y recursos al personal médico. Con este nuevo y eficaz tratamiento, los tiempos de curación se aceleraron, hubo muchas menos muertes y se redujo la presión sobre los valiosos recursos. Los estadounidenses y los británicos consideraron el descubrimiento de vital importancia para la seguridad nacional, ya que los japoneses y los alemanes no disponían de una herramienta médica semejante. De hecho, se ha sugerido que el descubrimiento de esta cepa hiperproductora de penicilina fue tan importante, tanto médica como económicamente, que inclinó la balanza de la guerra a favor de las potencias aliadas.

Creo que los hábitats tienen sistemas inmunitarios como las personas y que el micelio de los hongos es el puente molecular entre ambos. Incorporar estos hongos a nuestras vidas y a nuestro entorno refuerza la defensa de todo el ecosistema, impidiendo que emanen vectores de enfermedades.

Somos realmente un reflejo del entorno en el que nos desarrollamos. Si vives en el centro de Shanghái, por ejemplo, o en medio de un polígono industrial contaminado en Pittsburgh Pensilvania, eres un reflejo de ese entorno y es probable que estés inmunodeprimido. Esto te convierte en una amenaza para toda la biosfera, porque podrías ser la fuente del vector de una enfermedad o pandemia que puede infectar a otras personas.

Es esencial que protejamos los bosques antiguos y la biodiversidad de sus ecosistemas porque tienen en su interior especies fúngicas que podrían ser críticas para la supervivencia humana. Si hoy se produce una pandemia de viruela y nuestros medicamentos contra la viruela no son adecuados para mitigar la propagación, o si un virus muta en una variante humana de la gripe aviar H5N1 que arrasa el panorama, pueden imaginarse lo que podría ocurrir. Si perdemos una especie de hongo de los bosques antiguos como el agarikon, que sé que es activo contra esos virus y resulta que es la única cepa que puede luchar contra esos virus, ¿qué pasaría entonces? ¿Preferiría talar el bosque por unos cientos de miles de dólares o salvar el bosque y sus setas por su potencial para prevenir una catástrofe médica?

Ocupamos juntos este planeta y tenemos que proteger lo que tenemos porque la salud del ecosistema afecta directamente a la salud de cada uno de nosotros. Sólo estamos arañando la superficie del potencial medicinal de las setas que se encuentran en todo el mundo. La salud humana y la de las especies que nos sustentan están entrelazadas[7]. Así que sigamos trabajando colectivamente para garantizar un futuro sostenible. No tenemos otra opción.

NOTAS

1. Paul Stamets, "Agarikon: Ancient Mushroom for Modern Medicine," *HuffingtonPost.com*, diciembre 6, 2017.
2. "Global Tuberculosis Report 2017," World Health Organization (Geneva 2017), *http://www.who.int/tb/publications/global_report/en/*.
3. Paul Stamets, "Medicinal Polypores of the Forests of North America: Screening for Novel Antiviral Activity," *International Journal of Medicinal Mushrooms 7*, no. 3 (2005): 362.
4. Cheng Hua et al., "Chlorinated Coumarins from the Polypore Mushroom, *Fomitopsis Officinalis, y Their Activity Against Mycobacterium Tuberculosis*," *Journal of Natural Products* (2013): 1916-22.
5. T. V. Teplyakova, N. V. Psurtseva, T. A. Kosogova, V. A. Khanin, y V. A. Vlasenko, "Antiviral Activity of Polyporoid Mushrooms (Higher Basidiomycetes) from Altai Mountains (Russia)," *International Journal of Medicinal Mushrooms* 14, no. 1 (2012): 37-45. Paul Stamets, "Agarikon: Ancient Mushroom for Modern Medicine," *HuffingtonPost.com*, diciembre 6, 2017.
6. Paul Stamets and C. Dusty Wu Yao, *Mycomedicinals: An Informational Treatise on Mushrooms* (MycoMedia, 2002), 21.
7. Donald G. McNeil Jr., "Drug to Treat Smallpox Approved by F.D.A., a Move Against Bioterrorism," *New York Times*, julio 13, 2018.

ARRIBA IZQUIERDA Calvatia sculpta (© Taylor Lockwood). ARRIBA DERECHA Favolascia pustulosa (© *Taylor Lockwood*). SIGUIENTE ARRIBA Tremella mesenterica. SIGUIENTE INFERIOR Geastrum sp., *comúnmente conocidas como estrellas de tierra.*

SECCIÓN III

PARA EL ESPÍRITU

Estamos en una búsqueda incesante de socios...
relaciones que afirman la vida.
O, al menos, alimento para la
siguiente etapa de nuestro viaje.
Hemos florecido junto a su especie,
simbióticamente, durante siglos.

El fenómeno de las experiencias místicas suele asociarse a tradiciones religiosas y espirituales que se remontan a siglos atrás. Sin embargo, desde que el ser humano habita el planeta ha habido en la naturaleza compuestos que desencadenan encuentros igualmente excepcionales.

Tras décadas de supresión, la investigación sobre cómo influyen las experiencias místicas en nuestros pensamientos, creencias y comportamientos está experimentando un renacimiento y los investigadores de la comunidad académica están utilizando psilocibina y otras sustancias psicoactivas para inducir y estudiar estos estados extraordinarios. Los resultados han sido imposibles de ignorar.

En esta sección, los expertos exploran las últimas investigaciones sobre cómo los hongos pueden ayudarnos a comprender la conciencia humana.

EL RENACIMIENTO DE LA TERAPIA PSIQUEDÉLICA • **MICHAEL POLLAN** (*pág.120*)

PSILOCIBINA EN UN TUBO DE ENSAYO • **NICHOLAS V. COZZI** (*pág.124*)

PUERTAS A LA TRANSCENDENCIA • **ROLAND GRIFFITHS** (*pág.128*)

ENFOQUE: TOCAR LO SAGRADO • ALEX GREY

UNA GUÍA A TRAVÉS DEL LABERINTO • **MARY COSIMANO** (*pág.136*)

ENFOQUE: JOHNS HOPKINS, TRANSCRIPCIÓN DE LAS SESIONES
ENFOQUE: CEREMONIA SAGRADA • ADELE GETTY

UNA BUENA MUERTE • **STEPHEN ROSS** (*pág.142*)

ENFOQUE: INVESTIGACIÓN SOBRE LA PSILOCIBINA: UNA RESURRECCIÓN CLÍNICA • CHARLES GROB

LOS MISTERIOS DEL SER • **FRANZ VOLLENWEIDER** (*pág.148*)

ENFOQUE: MICRODÓSIS: ¿REAL O PLACEBO?

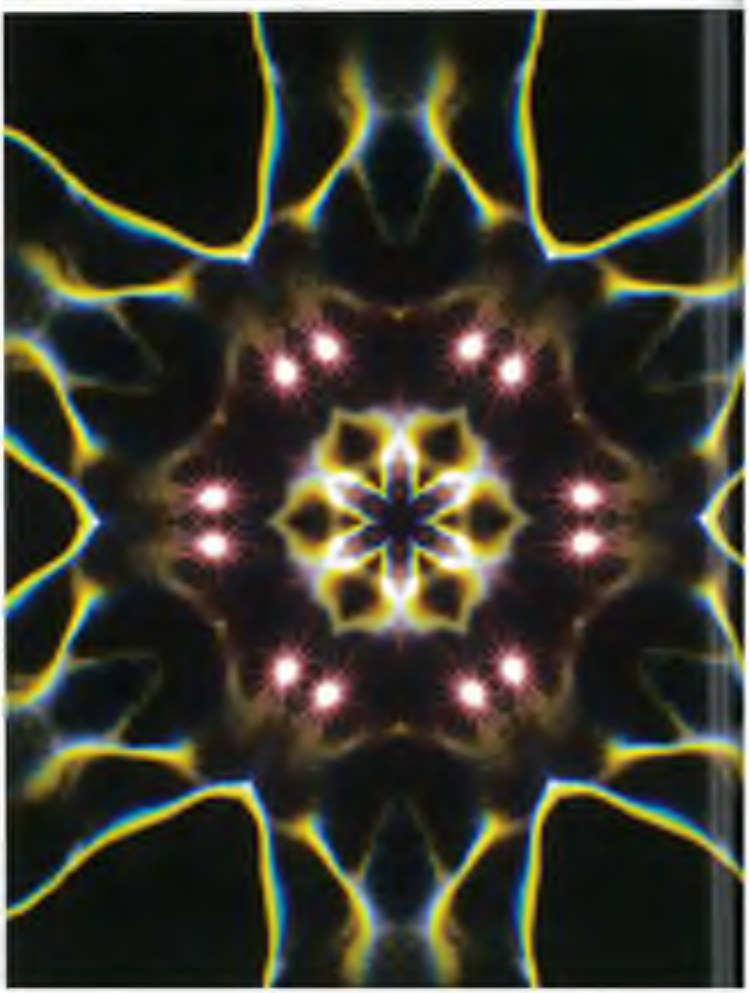
DE SIMIOS Y HOMBRES • **DENNIS McKENNA** (*pág.152*)

CONTRAPUNTO: LA TEORÍA DEL SIMIO INTOXICADO • ANDREW WEIL

EXPERIENCIAS MÍSTICAS A TRAVÉS DE LAS TRADICIONES RELIGIOSAS • **ANTHONY BOSSIS,ROBERT JESSE, Y WILLIAM RICHARDS** (*pág.156*)

ENFOQUE: CONSEJO DE PRÁCTICAS ESPIRITUALES/ INSTITUTO DE INVESTIGACIÓN HEFFTER
ENFOQUE: MEDITACIÓN Y PSICOBIN • VANJA PALMERS

CAMBIAR EL JUEGO • **PAUL STAMETS** (*pág.162*)



CHAPTER 17

EL RENACIMIENTO DE LA TERAPIA PSICODÉLICA[1]

MICHAEL POLLAN

MICHAEL POLLAN es autor, periodista, activista y profesor de Artes y Práctica de la No-Ficción de Lewis K. Chan en la Universidad de Harvard. Es autor de seis *best sellers* del *New York Times*. Su último libro es *How to Change Your Mind: What the New Science of Psychedelics Teaches Us about Consciousness, Dying, Addiction, Depression, y Transcendence*.

Hace poco tiempo, mientras enseñaba periodismo en Berkeley, me enteré de una sorprendente investigación sobre la psilocibina, el ingrediente activo de las setas mágicas. Se utilizaba para inducir experiencias místicas y tratar la ansiedad y la angustia de personas desahuciadas tras enterarse de su diagnóstico de cáncer terminal.

Cuando empecé a hablar con algunos de los investigadores implicados, me enteré de la historia de este trabajo que se remontaba a la década de 1950 y que había sido adoptado en círculos psiquiátricos mucho antes de que el LSD se convirtiera en una droga de contracultura. Se habían publicado cientos de artículos revisados por expertos que detallaban su uso con éxito en el tratamiento de la depresión, el alcoholismo y el trastorno obsesivo-compulsivo (TOC), entre otras afecciones. Los médicos con los que hablé habían empezado a desenterrar estos conocimientos ocultos. Cuando estas sustancias psicoactivas saltaron del laboratorio a la calle en la década de 1960, inyectaron de energía dionisíaca e inspiradora a una creciente cultura "en contra de la autoridad", por lo que el gobierno intervino, la comunidad investigadora se alineó y el trabajo se detuvo.

Para mí fue una llamada de atención. Un área productiva de investigación científica había sido abandonada, lo que no ocurre a menudo. Ahora, décadas después, está atravesando un renacimiento. Cada vez hay más gente dispuesta a experimentar nuevamente con estas poderosas moléculas para ver su utilidad. Este conocimiento me inspiró a escribir un libro sobre el tema.

Cuando se publicó por primera vez *How to Change Your Mind*, esperaba controversia, pero la respuesta me sorprendió. Nuestra cultura actual es más receptiva a la idea de la terapia psicodélica. Esto se debe, en parte, al fracaso del sistema de salud mental a la hora de abordar la creciente magnitud del sufrimiento humano causado por la depresión, la adicción, los traumas y otros problemas similares, sino también porque una nueva investigación está mostrando los poderosos efectos positivos que las experiencias psicoactivas están teniendo sobre las personas en algunas situaciones muy difíciles.

De hecho, la FDA, tradicionalmente conservadora, ha fomentado la investigación. La psilocibina seguirá siendo una sustancia controlada, pero creo que finalmente será recategorizada de un fármaco de la Lista I (mayor potencial de abuso) a uno de la Lista IV (la Lista V es la más benigna, incluyendo, por ejemplo, los medicamentos recetados para el asma). En resumen, ahora se encuentra en una vía tradicional de aprobación de fármacos para tratar determinadas afecciones.

ANTERIOR *Fractales.*

Todo esto sucede sin la participación de la industria farmacéutica. Si esa industria pudiera ganar dinero con esto, lo haría, pero hay demasiadas razones por las que no puede. Por ejemplo, estos hongos son fáciles de encontrar y cultivar. Además las moléculas implicadas son de dominio público o están en la naturaleza, sus patentes han caducado y no se utilizarían de forma crónica; en otras palabras, no son medicamentos que la gente pueda tomar todos los días durante el resto de su vida. A eso se destina la mayor parte del dinero de la industria farmacéutica en investigación y desarrollo: a buscar el próximo antidepresivo patentable y preparado para un uso a largo plazo. Los tratamientos que se están explorando para la psilocibina y el LSD implican una, dos, quizá tres pastillas. Así no se puede ganar mucho dinero. No parece un buen modelo de negocio. En general, a la industria farmacéutica le gustan las drogas que puede controlar y que tienes que tomar todos los días y ése no es el caso la psilocibina.

¿PSICODÉLICOS PARA TODOS?

"Estas sustancias psicoactivas pueden crear experiencias en las personas que las cambian de formas fundamentalmente beneficiosas."

Uno de los debates más interesantes en la comunidad psicodélica en este momento es si hay un lugar para los psicodélicos para las personas que no sufren de una enfermedad en particular. Dicho de otro modo, ¿hay alguna forma de utilizar los psicodélicos para la mejora de las personas sanas? Estas sustancias psicoactivas pueden crear experiencias en las personas que las cambian de formas fundamentalmente beneficiosas. Esto rara vez ocurre; nuestra personalidad está prácticamente fijada en la edad adulta, pero la apertura a nuevas experiencias, a nuevas personas y a la naturaleza parece aumentar tras experimentar la psilocibina y el efecto perdura. En 2006, investigadores del Johns Hopkins administraron de dos a tres dosis de psilocibina en intervalos de dos meses a treinta y seis voluntarios. El 60% declararon haber tenido una "experiencia mística completa."[2] Catorce meses después, se entrevistó a esos mismos voluntarios y un número similar afirmó que la sensación de bienestar que habían experimentado durante el estudio inicial había continuado.

Es difícil conseguir fondos para el estudio y elaboración de fármacos para personas sanas; nuestras instituciones farmacéuticas están diseñadas sólo para tratar enfermedades. Pero eso no impide que la gente consuma sustancias psicoactivas, ya sea por su cuenta o con la ayuda de "guías espirituales". Yo mismo me atreví a esa alternativa mientras escribía el libro y los resultados fueron bastante positivos. Pero la legitimidad añadida a las experiencias psicodélicas viene acompañada de algunas precauciones añadidas, que abordo desde el principio de todos mis discursos. La psilocibina no es tóxica ni adictiva, hay drogas más peligrosas en tu botiquín. De todas maneras la gente tiene malos viajes, en específico las personas con riesgo de psicosis nunca deberían tomar psicodélicos. Tomar psilocibina en un viaje guiado, sin embargo, es una experiencia distinta a las historias de miedo que se suelen contar. Muchos de estos guías están altamente calificados y utilizan protocolos de seguridad probados. Mi preocupación es que si la demanda de estas experiencias supera la oferta de estos profesionales, aumentan las posibilidades de que las cosas salgan mal.

EL SOL SIGUE BRILLANDO

Como especie, creo que estamos en un punto de crisis y no sabemos si podremos reaccionar con rapidez a todo lo que está ocurriendo. No estoy convencido de que todo vaya a salir bien. Pero estoy más esperanzado que desesperado, lo que dice más de mi temperamento que de una lectura objetiva de la situación. Veo muchas cosas positivas, como que cada vez más gente se da cuenta de la importancia de la biodiversidad y de la conciencia planetaria. He visto nuestra capacidad para diseñar sistemas que no sólo reducen nuestro impacto en la naturaleza, sino que realmente la curan. Mucha gente está atrapada en una visión de la naturaleza de competencia que dice que o ganamos nosotros y la naturaleza pierde, o al revés. Es una idea falsa. Hay muchas formas de organizar nuestra relación con la naturaleza que pueden proporcionarnos alimentos y energía al mismo tiempo que aumenta la biodiversidad y la fertilidad del suelo. El sol sigue brillando, esa es la clave: es el almuerzo gratis de la naturaleza. Sólo tenemos que encontrar una forma mejor de aprovecharlo.

Las setas son una parte importante de esa historia, pero siguen siendo un misterio. De hecho, es increíble lo que no sabemos sobre las setas. Sabemos más sobre bacterias, plantas y animales que sobre el reino fungi. Son difíciles de estudiar y no han recibido la misma atención que otros reinos, pero tienen un gran valor si profundizamos un poco. Los hongos tienen una química brillante y un sinfín de posibilidades. Sólo estamos empezando a comprenderlos.

ARRIBA Cookeina sulcipes. ANTERIOR A LA IZQUIERDA Psilocybe zapotecorum. ANTERIOR EN MEDIO Psilocybe cyanofibrillosa. ANTERIOR A LA DERECHA Psilocybe silvatica.

NOTAS

1. [illegible]

2. R. R. Griffiths, W. A. Richards, U. McCann, and R. Jesse, "Psilocybin Can Occasion Mystical-Type Experiences Having Substantial y Sustained Personal Meaning and Spiritual Significance," *Psychopharmacology* (julio 11, 2006).

3. J. Lazarou, "Spiritual Effects of Hallucinogens Persist, Johns Hopkins Researchers Report," Hopkins Medicine (julio 1, 2008).

CAPÍTULO 18

PSILOCIBINA EN UN TUBO DE ENSAYO

NICHOLAS V. COZZI

NICHOLAS V. COZZI enseña farmacología y dirige un programa de investigación en la Facultad de Medicina y Salud Pública de la Universidad de Wisconsin.

La psilocibina altera la forma de ver el mundo, pero ¿por qué? ¿Qué procesos bioquímicos suceden y cómo podemos aprovechar este conocimiento para la curación y la transformación?

La psilocibina es un compuesto psicodélico producido por aproximadamente doscientas especies de hongos de todo el mundo. El hecho de que la psilocibina se encuentre en tantas especies sugiere que tiene algún tipo de función básica en estos hongos que podría haber evolucionado en respuesta a una necesidad común; la psilocibina podría desempeñar un papel central en un proceso bioquímico común en todos estos hongos.

Los mazatecos del centro de México llevan siglos utilizando las setas psicodélicas con fines espirituales. En junio de 1955, Robert Gordon Wasson y Allan Richardson se convirtieron en los primeros occidentales en participar en un ritual tradicional mazateco con setas, dirigido por una curandera local, María Sabina. Wasson era un etnomicólogo aficionado que además era vicepresidente de la entidad bancaria J.P. Morgan & Company. Wasson llevaba décadas estudiando las setas, con especial interés por los hongos rusos. Fruto de este interés, él y su esposa, la doctora Valentina Pavlovna Wasson, fueron coautores del libro *Mushrooms, Russia, and History*, publicado en 1957. También publicó *Soma: Divine Mushroom of Immortality* en 1972 y *The Wondrous Mushroom: Mycolatry in Mesoamerica* en 1980.

Tras su participación en la ceremonia mazateca de los hongos en 1955, Wasson describió sus experiencias en un artículo titulado "En busca del hongo mágico", publicado en la revista Life el 13 de mayo de 1957.[1] Fue un relato revolucionario, ya que fue la primera vez que una perspectiva de Occidente convivía con la historia y la finalidad de este antiguo ritual. De repente, millones de personas tomaron conciencia del uso de los hongos psicodélicos para generar conciencia mística, y miles de personas inundaron los alrededores de Oaxaca, México, en busca de iluminación.

En un viaje de vuelta a México, Wasson fue acompañado por el micólogo francés Roger Heim, quien envió muestras de las setas mazatecas al químico suizo Dr. Albert Hofmann. El Dr. Hofmann es el mismo que descubrió accidentalmente los efectos psicoactivos del LSD en 1943 mientras trabajaba con compuestos derivados del hongo del cornezuelo. En 1958 y 1959, Hofmann y sus colaboradores publicaron artículos científicos en los que describían el aislamiento y la caracterización de la psilocibina y la psilocina como las principales sustancias psicodélicas de las setas mazatecas y también describían métodos sintéticos para obtener los compuestos.[2]

ANTERIOR Psilocybe azurescens.

EL CAMINO HACIA LA LEGITIMIDAD

"El interés por los efectos terapéuticos de la psilocibina es cada vez mayor y se está investigando como opción para aliviar ciertas dolencias psicológicas, como la ansiedad, el miedo postraumático y la adicción."

La farmacología es la ciencia de la acción de los fármacos. ¿Cómo actúan los fármacos en el organismo? ¿Dónde actúan? ¿Cuánto duran? ¿Cuáles son sus efectos? En la Universidad de Wisconsin-Madison, estamos llevando a cabo un estudio sobre la farmacocinética de la psilocibina y su metabolito psilocina, el trayecto temporal de su aparición y desaparición en la sangre y la orina tras su ingestión por personas sanas.[3]

En nuestro estudio, los voluntarios toman una muestra oral de psilocibina en tres dosis escalonadas, espaciadas en un mínimo de cuatro semanas. Recogemos muestras de sangre y orina en varios momentos durante estas sesiones y las muestras son analizadas por un laboratorio externo. Dado que la psilocibina se metaboliza muy rápidamente y no es detectable en sangre, el análisis mide a lo largo del tiempo y en cada una de las tres dosis, los niveles cambiantes de psilocina, el metabolito activo de la psilocibina responsable de sus efectos psicodélicos. Aunque no buscamos efectos terapéuticos específicos, los voluntarios participan en conversaciones previas y posteriores a la experiencia con los médicos investigadores y responden a un cuestionario que evalúa sus experiencias subjetivas durante las sesiones de dosificación.[4] De nuevo, en el estudio farmacocinético sólo estamos interesados en cómo el cuerpo maneja la psilocibina a lo largo del tiempo, no en un beneficio terapéutico específico.

La psilocibina y su metabolito activo, la psilocina, son triptaminas, una familia química que incluye el neurotransmisor serotonina. La serotonina está presente en todos los seres humanos y en muchos animales y plantas de todo el mundo. Como neurotransmisor, la serotonina regula el estado de ánimo, la actividad sexual, el apetito, el sueño, la memoria y el aprendizaje, la temperatura corporal, algunos comportamientos sociales y ciertos procesos cardiovasculares. Debido a su similitud química con la serotonina, la psilocina activa algunos de los mismos receptores cerebrales sobre los que actúa la serotonina. Los efectos de estos receptores modifican el funcionamiento de las neuronas y su respuesta a los estímulos. Esto, a su vez, conduce a una alteración de las percepciones y la cognición y en ocasiones puede producir experiencias místicas o espirituales en las personas.

Las setas de psilocibina producen varios compuestos además de la psilocibina, entre ellos la baeocistina y la norbaeocistina, que también se sabe que son psicoactivas.[5] Están presentes en cantidades menores que la psilocibina, pero pueden afectar a la experiencia de la seta por su presencia. En nuestros estudios, estamos

ARRIBA A LA IZQUIERDA *Especie de seta desconocida* (© *Taylor Lockwood*). ARRIBA A LA DERECHA *Viajar con setas mágicas alrededor de una hoguera es una experiencia que los humanos han compartido desde el pasado remoto hasta nuestros días.* ANTERIOR A LA IZQUIERDA Psilocybe stuntzii. ANTERIOR EN MEDIO Psilocybe azurescens, *la seta de psilocibina más potente del mundo.* ANTERIOR A LA DERECHA Psilocybe baeocystis.

usando psilocibina pura sintetizada en mi laboratorio. Esto plantea la cuestión de si una experiencia con la seta de psilocibina es idéntica a una con psilocibina pura. Sospecho que no son exactamente iguales.

¿Por qué realizamos este estudio? El interés por los efectos terapéuticos de la psilocibina está creciendo y se está investigando como opción para aliviar ciertas dolencias psicológicas, como la ansiedad, el miedo postraumático y la adicción. El trabajo que estamos realizando en la UW-Madison se denomina estudio de fase 1 y evaluará la seguridad de la psilocibina y caracterizará su farmacocinética. Esta información es requerida por la *Food and Drug Administration* como prerrequisito para que la psilocibina pase a los estudios de Fase 2 y Fase 3.

Estos estudios de seguimiento probarán la eficacia de la psilocibina en personas con problemas de salud mental específicos. En un estudio de fase 2 pueden participar entre decenas y cientos de pacientes, mientras que en los ensayos de fase 3 suelen participar cientos o miles de pacientes; también son estudios multicéntricos en los que participan centros de investigación de todo Estados Unidos. Aunque no existe una norma rígida que especifique el número exacto de sujetos de ensayo, debe haber una población de pacientes lo suficientemente grande como para demostrar la seguridad y eficacia para las afecciones médicas a las que se destina. El resultado final sería la aprobación por parte de la FDA del uso de psilocibina por parte de médicos cualificados para las afecciones específicas para las que se ha demostrado su eficacia.

EN BUSCA DE LO LUMINOSO

Me apasiona lo que hago, porque me interesa la conciencia y su relación con el cerebro físico. Estudiar la psilocibina y otros compuestos psicodélicos me ayuda a apreciar la relación entre la química cerebral y la conciencia mística. Dado que moléculas como la psilocibina son sustancias bien definidas y que alteran la forma en que percibimos el mundo y a veces pueden producir experiencias trascendentales, creo que son herramientas útiles para obtener conocimientos fundamentales sobre cómo y dónde confluyen lo físico, lo mental y lo espiritual en los seres humanos. ¿Qué es esta experiencia luminosa en la que nos encontramos, qué es el mundo?

NOTAS

1. R. Gordon Wasson, "Seeking the Magic Mushroom," *LIFE magazine* (junio 10, 1957): 100-20.
2. A. Hofmann and F. Troxler, "Identification of Psilocin," *Experientia* 15, no. 3 (1959): 101-2; A. Hofmann et al., "Elucidation of the Structure and the Synthesis of Psilocybin," *Experientia* 14, no. 11 (1958): 397-9; A. Hofmann et al., "Psilocybin, a Psychotropic Substance from the Mexican Mushroom *Psilicybe mexicana Heim*," *Experientia* 14, no. 3 (1958): 107-9.
3. R. T. Brown et al., "Pharmacokinetics of Escalating Doses of Oral Psilocybin in Healthy Adults," *Clinical Pharmacokinetics* 56 (2017): 1543-54.
4. C. R. Nicholas et al., "High Dose Psilocybin Is Associated with Positive Subjective Effects in Healthy Volunteers," *Journal of Psychopharmacology* 32 (2018): 770-8.
5. A. Y. Leung and A. G. Paul, "Baeocystin and Norbaeocystin: New Analogs of Psilocybin from *Psilocybe baeocystis*," *Journal of Pharmaceutical Sciences* 57, no. 10 (octubre 1968):

CAPÍTULO 19

PUERTAS A LA TRASCENDENCIA

ROLAND GRIFFITHS

ROLAND GRIFFITHS es catedrático de los Departamentos de Psiquiatría y Neurociencia de la Facultad de Medicina Johns Hopkins, donde lleva más de cuarenta años investigando sobre las drogas que alteran el estado de ánimo.

Hace unos veinte años empecé a practicar la meditación, lo que me abrió una ventana a lo que algunos llaman experiencias espirituales. Tanto personalmente como en mi calidad de científico, sentí una gran curiosidad por saber más sobre este tipo de experiencias, que algunas personas afirman que pueden producir efectos transformadores duraderos y positivos. Entonces empecé a leer sobre la fenomenología de la experiencia religiosa y el misticismo, lo que me llevó a informes, sobre todo de los años sesenta, de experiencias místicas provocadas por drogas psicodélicas como la psilocibina, el principal componente psicoactivo del género de setas *Psilocybe*. Las descripciones de esos primeros informes me intrigaron especialmente como psicofarmacólogo investigador con un nuevo interés por la experiencia espiritual.

En el año 2000, en gran parte por mi curiosidad personal sobre la naturaleza de la experiencia espiritual, inicié un riguroso estudio de farmacología clínica con psilocibina en colaboración con Bill Richards y Bob Jesse. El estudio comparó la psilocibina con un compuesto de control activo (Ritalin, o metilfenidato) en condiciones de doble ciego. El sesgo de la expectativa se minimizó realizando el estudio en personas que no habían probado ningún psicodélico (es decir, sin experiencia previa con psilocibina o compuestos similares) y manteniendo a los participantes y al personal del estudio (incluidos los que monitorizaban las sesiones) ciegos a las condiciones bajo estudio. Aunque tenía un sincero interés en las experiencias espirituales, como científico era escéptico ante lo que me parecía un sesgo de información entusiasta de la generación anterior de investigadores y defensores de los psicodélicos.

Los resultados de nuestro estudio inicial y de una réplica sistemática hablaron por sí solos.[1] La mayoría de los voluntarios relataron experiencias que parecían prácticamente idénticas a las experiencias místicas descritas por figuras espirituales y religiosas de todos los tiempos. Utilizamos cuestionarios elaborados por expertos en psicología de la religión para evaluar dichas experiencias. Se informó de estados de ánimo positivos, a veces de apertura de corazón y amor y de la trascendencia del tiempo y el espacio. Estas experiencias se caracterizaban por un sentido de interconexión entre todas las personas y cosas, sacralidad y una sensación autoritaria de que la experiencia era más real y verdadera que la conciencia despierta cotidiana.

Incluso meses después de las sesiones, los participantes calificaron sus experiencias como unas de las más significativas a nivel personal y espiritual de sus vidas. Además, los participantes atribuyeron a estas experiencias cambios positivos duraderos en el estado de ánimo, las actitudes y el comportamiento, incluidos cambios sorprendentemente prosociales. Las valoraciones del comportamiento de los

ANTERIOR Psilocybe cyanescens.

participantes por parte de amigos, familiares y compañeros de trabajo validaron los efectos positivos duraderos de los que informaron los participantes. En mis anteriores investigaciones en Johns Hopkins, había administrado docenas y docenas de fármacos en condiciones ciegas durante décadas, pero nunca había visto nada parecido. El fenómeno era fascinante, susceptible de un estudio científico prospectivo y parecía tener implicaciones de gran alcance para la terapéutica, para un cambio radical en la orientación de la vida y para comprender la naturaleza del comportamiento moral y ético.

Hemos continuado esta línea de investigación en participantes sanos en estudios que examinan los efectos de la psilocibina en meditadores novatos y de larga duración, y en un estudio en curso, en colaboración con la Universidad de Nueva York, sobre la psilocibina en clérigos religiosos de diversas tradiciones confesionales.[2] Las investigaciones sobre neuroimagen realizadas en colaboración con mi colega Frederick Barrett, de la Universidad Johns Hopkins, están revelando datos intrigantes sobre los cambios agudos y persistentes en la función cerebral que acompañan a los efectos transformadores de la psilocibina.

APLICACIONES TERAPÉUTICAS

"Los participantes calificaron sus experiencias como de las más significativas personal y espiritualmente de sus vidas".

Dado que una única dosis moderadamente alta de psilocibina producía efectos positivos tan inmediatos y sostenidos en personas sanas, emprendimos un estudio para determinar si la psilocibina tendría efectos terapéuticos agudos y sostenidos en pacientes con cáncer que se enfrentaban a un diagnóstico potencialmente mortal y experimentaban niveles significativos de ansiedad y depresión. El estudio utilizó un riguroso diseño de doble ciego controlado con placebo en cincuenta y un pacientes que recibieron psilocibina. Seis meses después de la última sesión, el 80% de los participantes seguían mostrando una disminución clínicamente significativa de sus síntomas de depresión y ansiedad y un aumento significativo de su bienestar. Dos tercios declararon que su experiencia había sido una de las cinco más significativas de su vida desde el punto de vista espiritual.[3] Actualmente estamos ampliando esta línea de investigación para examinar los efectos de la psilocibina en el tratamiento de la depresión mayor. Resulta emocionante que dos organizaciones (el Instituto Usona y COMPASS Pathways) hayan presentado a partir de 2018, protocolos a la FDA con el objetivo de desarrollar ensayos clínicos de fase 3 más amplios, que en última instancia podrían conducir a la aprobación de la psilocibina como medicamento para el tratamiento de la depresión. Es de esperar que estas iniciativas conduzcan a la aprobación de la psilocibina para uso médico en los próximos años.

Con mis colegas de Johns Hopkins Matthew Johnson y Albert Garcia-Romeu, también he estado explorando la psilocibina como tratamiento de la adicción al tabaco. Hemos completado un estudio piloto que examina los efectos de la psilocibina en fumadores de larga duración que querían dejar de fumar, pero no lo conseguían tras múltiples intentos. Quince personas recibieron de dos a tres dosis de psilocibina en el contexto de su participación en un programa de terapia cognitivo-conductual para dejar de fumar. Un año después, diez de los participantes seguían sin fumar, un resultado inaudito en los estudios para dejar de fumar.[4] Seguimos estudiando esta importante indicación terapéutica y hemos planificado estudios para explorar los posibles efectos terapéuticos de la psilocibina en otras afecciones médicas, como la anorexia nerviosa y la enfermedad de Alzheimer incipiente.

ANTERIOR ARRIBA *Representación de una red micelial que crece en un bosque.*

ESTAMOS TODOS JUNTOS EN ESTO

El descubrimiento de que la psilocibina puede provocar experiencias místicas prácticamente idénticas a las que ocurren de forma natural en la mayoría de las personas estudiadas, sugiere que tales experiencias son biológicamente normales. La pregunta que surge es: ¿por qué estamos predispuestos a tener experiencias tan convincentes, aparentemente sagradas, de la interconexión de todas las personas y cosas, experiencias que podrían constituir la base de los códigos éticos y morales comunes a todas las religiones del mundo? Creo que hay algo en la experiencia mística que está íntimamente relacionado con la propia naturaleza de la conciencia.

Reflexiona sobre la misteriosa verdad de que, si diriges tu atención hacia tu interior, puedes ser consciente tu propia consciencia. Cuando lo haces, surge un indiscutible y profundo conocimiento interior que está en el núcleo de nuestra humanidad: reconocemos que todos estamos juntos en esto y surge un impulso de cuidado mutuo. Creo que la exploración de este conocimiento interior a través de la contemplación y otras prácticas espirituales puede dar lugar a un cambio profundo y edificante en la visión del mundo; un despertar a una sensación de libertad, paz, alegría y gratitud que muchas personas simplemente consideran inimaginable.

Resulta emocionante que las experiencias cumbre provocadas por la psilocibina parezcan proporcionar un sistema modelo para la investigación prospectiva y rigurosa de estas experiencias de despertar. Confío en que la investigación revele los mecanismos biológicos de acción subyacentes y probablemente dé lugar a una serie de nuevas aplicaciones terapéuticas. Pero lo más importante es que, dado que estas experiencias parecen ser fundamentales para nuestra comprensión ética y moral, la investigación puede resultar crucial para la supervivencia de nuestra especie.

NOTAS

1. Roland R. Griffiths, W. A. Richards, U. McCann, y R. Jesse, "Psilocybin Can Occasion Mystical Experiences Having Substantial and Sustained Personal Meaning and Spiritual Significance," *Psychopharmacology* 187 (2006): 268–83, https://doi.org/10.1007/s00213-006-0457-5; Roland R. Griffiths, M. W. Johnson, W. A. Richards, B. D. Richards, U. McCann, and R. Jesse, "Psilocybin Occasioned Mystical-Type Experiences: Immediate and Persisting Dose-Related Effects," *Psychopharmacology* 218, no. 4 (2011): 649–65; Roland R. Griffiths, W. A. Richards, M. W. Johnson, U. McCann, y R. Jesse, "Mystical-Type Experiences Occasioned by Psilocybin Mediate the Attribution of Personal Meaning and Spiritual Significance Fourteen Months Later," *Journal of Psychopharmacology* 22, no. 6 (2008): 621–32.

2. Roland R. Griffiths, M. W. Johnson, W. A. Richards, B. D. Richards, R. Jesse, K. A. MacLean, F. S. Barrett, M. P. Cosimano, y H. A. Klinedinst, "Psilocybin-Occasioned Mystical-Type Experience in Combination with Meditation and Other Spiritual Practices Produces Enduring Positive Changes in Psychological Functioning and in Trait Measures of Prosocial Attitudes and Behaviors," *Journal of Psychopharmacology* 32, no. 1 (2018): 49–69.

3. Roland R. Griffiths, M. W. Johnson, M. A. Carducci, A. Umbricht, W. A. Richards, B. D. Richards, M. P. Cosimano, and M. A. Klinedinst, "Psilocybin Produces Substantial and Sustained Decreases in Depression and Anxiety in Patients with Life-Threatening Cancer: A Randomized Double-Blind Trial," *Journal of Psychopharmacology* 30, no. 12 (2016): 1181–97.

4. M. W. Johnson, A. Garcia-Romeu, M. P. Cosimano, y R. R. Griffiths, "Pilot Study of the 5-HTTAR Agonist Psilocybin in the Treatment of Tobacco Addiction," *Journal of Psychopharmacology* 11 (2014): 983–92; M. W. Johnson, A. Garcia-Romeu, and R. R. Griffiths, "Long-Term Follow-Up of Psilocybin-Facilitated Smoking Cessation," *American Journal of Drug and Alcohol Abuse* 43, no. 1: 55–60.

ENFOQUE:
TOCAR LO SAGRADO

Parafraseando al eminente psicoterapeuta Stan Grof, los psicodélicos son a la psicología lo que el telescopio a la astronomía o el microscopio a las bacterias. Para comprender nuestro mundo interior, necesitamos las herramientas adecuadas, y los psicodélicos han sido utilizados por las civilizaciones orientales y occidentales durante miles de años para comprender el alma y la psique humanas. Creo que nos conectan con una especie de inteligencia divina y responden a preguntas para las que la ciencia materialista no está bien equipada.

El historiador británico Arnold Toynbee dedicó su carrera a estudiar el auge y la caída de las civilizaciones. Creía que una civilización próspera se forma en torno a un centro espiritual, y cuando la gente se aleja de esa identidad de anclaje, la estructura empieza a quebrarse. También opinaba que las civilizaciones evolucionaban y crecían cuando se enfrentaban a retos extremos y morían cuando no lo hacían. "El hombre alcanza la civilización", escribió, "no como resultado de una dotación biológica superior o de un entorno geográfico, sino como respuesta a un desafío en una situación de especial dificultad que le impulsa a realizar un esfuerzo sin precedentes".[1] Yo diría que ahora estamos viviendo una época así. A lo largo de los siglos, hemos perdido el contacto con cualquier comprensión sagrada de nuestra relación con el planeta. No somos una especie ecológicamente inteligente.

Creo que los psicodélicos son los mejores catalizadores para despertar este sentido sagrado de la naturaleza y descubrir nuevas formas de sanarnos a nosotros mismos y al planeta, y que la historia de la psilocibina es uno de los avances más asombrosos y prometedores del siglo XX. Aunque la mayor parte del trabajo ha sido clandestino hasta ahora, sus muchos beneficios están empezando a salir a la superficie, dando lugar ya a una cascada de percepciones revolucionarias. La humanidad ha tenido una relación con estas plantas sagradas desde hace mucho tiempo, desde las imágenes de hongos encontradas en el arte rupestre, pasando por el uso ritual y las piedras de hongos de los mayas, hasta el regreso de los hongos en la actualidad como nutrición, medicina y una puerta a la conciencia expandida.[2] Existe una realidad mística visionaria que no comprendemos, y que está intentando ayudarnos. Creo que la psilocibina forma parte de un renacimiento espiritual que nos dará acceso a la inteligencia cósmica y divina del universo.

Dado que los hongos son una de las primeras formas de vida en este planeta, representan una especie de progenitores de todas las formas de vida complejas que vinieron después, incluidos los humanos. Cuando ingieres psilocibina, estás, en cierto modo, entrando en contacto con la historia de nuestra evolución como parte del programa para despertar la conciencia. Es como tomar una vitamina importante que nos ha faltado. Nuestras capacidades visionarias se han marchitado, y es hora de volver a ejercitarlas y asegurarnos de que tenemos alma.

—ALEX GREY

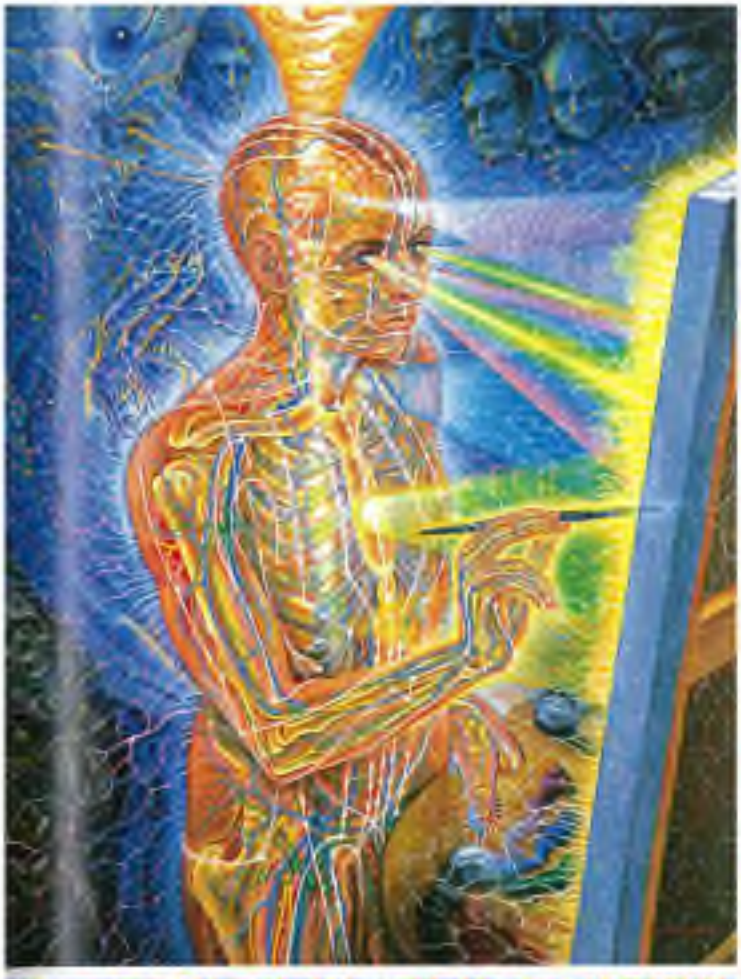
ALEX GREY es un artista, autor y profesor cuyas emblemáticas obras de arte transformador se encuentran en la Capilla de los Espejos Sagrados de Wappinger, Nueva York. Forma parte de la junta de asesores del Centro para la Libertad Cognitiva y la Ética y es presidente del Departamento de Arte Sacro de la Universidad de la Sabiduría.

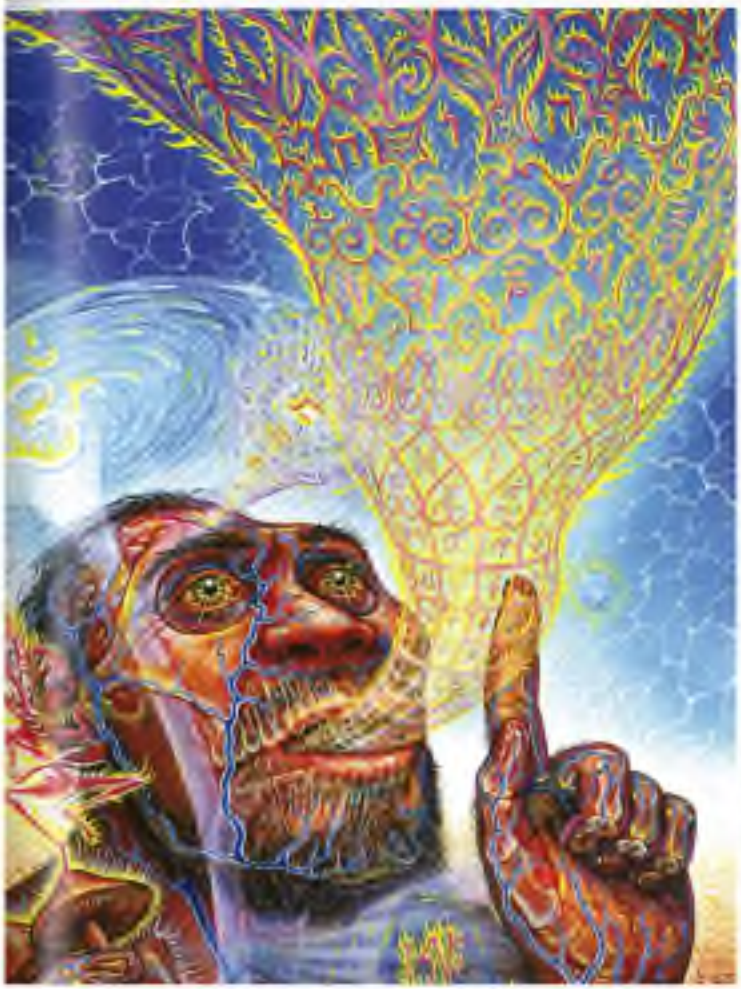
ANTERIOR DE ARRIBA A LA IZQUIERDA A ABAJO A LA DERECHA Pintura, *1998, óleo sobre lino, 30" x 40"*; Oversoul, *1999, óleo sobre lino, 30" x 40"*; Visionary Origin of Language, *1991-98, acrílico sobre papel, 10" x 14"*; Nature of Mind Panel I, *1995, óleo sobre madera, 8" x 10". (Todas las imágenes © Alex Grey).*

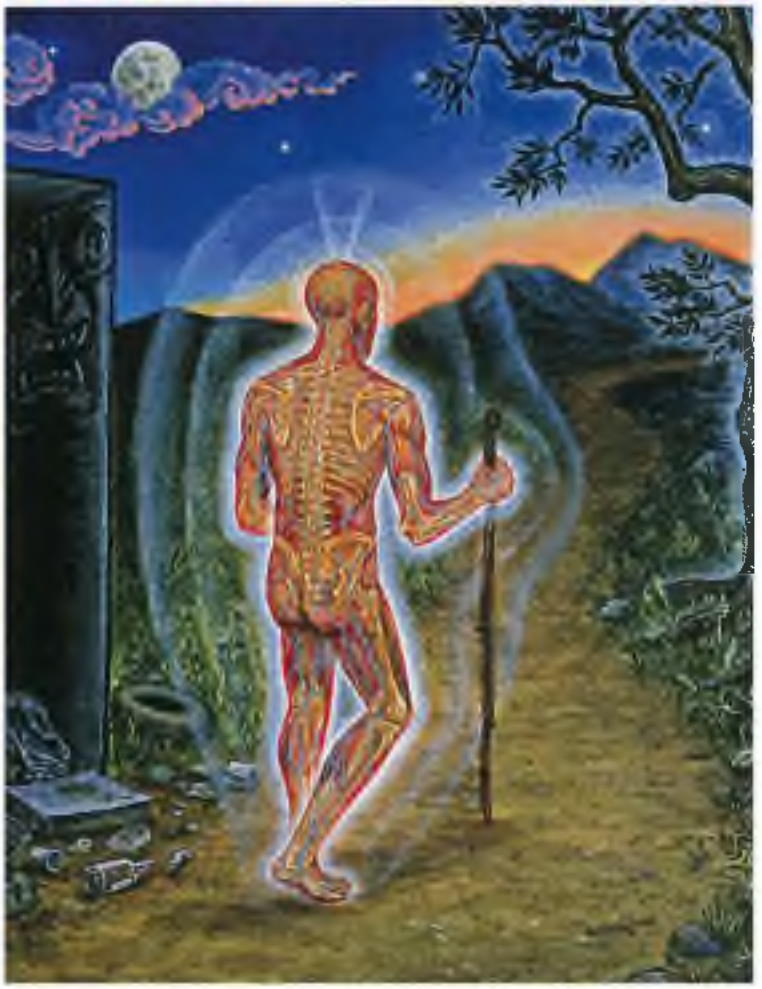
SIGUIENTE PÁGINA *Especie desconocida de hongo en luz de color.*

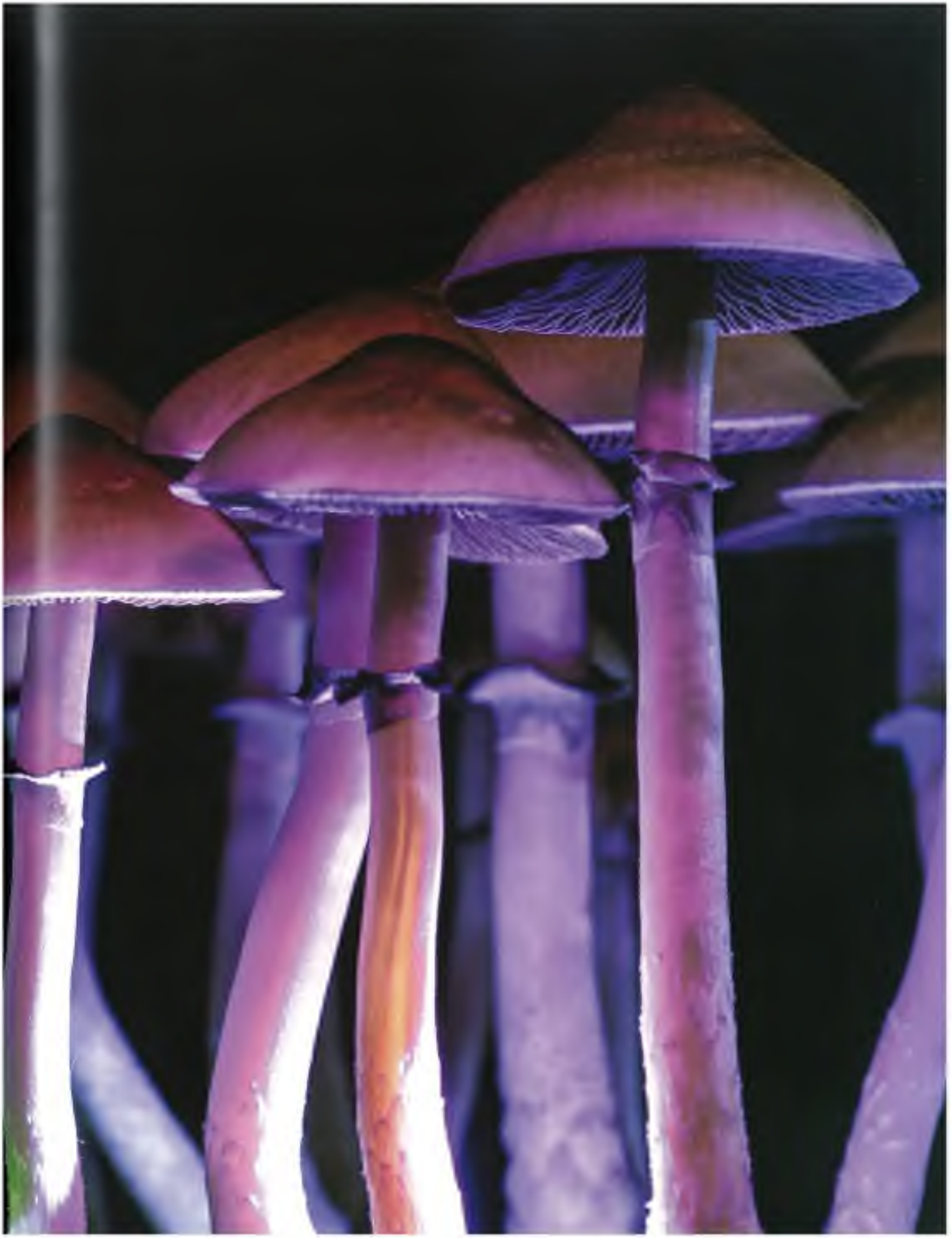
NOTAS

1. Arnold J. Toynbee, *A Study of History*, Volume I: Abridgement of Volumes I-VI (Oxford U.P.), 570.
2. Brian Akers, "A Case in Space Concern the Sacred Known Depictions of Mushrooms," *Mushroom: The Journal of Wild Mushrooming*, consultado en agosto 23, 2018, https://www.mushroom-hyperlink.com/mushrooms/[illegible]; P. J. Carod-Arnal, "Hallucinogenic Drugs in Pre-Columbian Mesoamerican Cultures," *Neurologia* 30, no. 1 (enero-febrero 2015): 42-9; Carl de Bellegio, "Pre-Columbian Maya Mushroom Stone Cult," *Pre-Columbian Art*, mayo 10, 2012, consultado en agosto 23, 2018, https://[illegible]









CAPÍTULO 20

UNA GUÍA A TRAVÉS DEL LABERINTO

MARY COSIMANO

MARY COSIMANO trabaja en el componente clínico y de investigación de los estudios sobre psilocibina del Johns Hopkins como guía de los participantes.

Los entornos clínicos para los estudios sobre la psilocibina son un componente crítico del proceso de investigación. Esencialmente creamos espacios sagrados para que los participantes exploren su "yo" más profundo.

Cuando los voluntarios se inscriben en uno de nuestros estudios sobre la psilocibina, se les asignan dos guías que les acompañan durante todo el proceso, desde la preparación hasta las sesiones propiamente dichas y el seguimiento de la integración. He guiado unas 440 sesiones de estudio y mil reuniones de preparación y de integración.

Las sesiones de preparación suelen durar ocho horas a lo largo de unos días o semanas, dependiendo de la situación y de dónde viva el voluntario. Se centran en desarrollar la confianza y la relación con el participante para que se sienta seguro y abierto a lo que surja cuando le administremos la psilocibina. Pasamos tiempo hablando de su historia de vida, que suele estar relacionada de algún modo con su estado actual. Una vez ingerida la psilocibina por la mañana el día de la sesión, pasan la mayor parte del día tumbados en un sofá con gafas de sol y auriculares escuchando una lista de reproducción desarrollada específicamente para sesiones de altas dosis de psilocibina: música hermosa, edificante y fluida. La música actúa como un contenedor seguro para que se sumerjan en su interior, permanezcan relajados y se expandan en cualquier experiencia que les provoque la psilocibina.

Es difícil explicar lo que saco de estas experiencias. En cierto modo, es tan inexplicable para mí como para los participantes. Como mínimo, me siento honrada por el mero hecho de estar en un espacio tan sagrado. Rápidamente se establece una relación íntima a medida que estos valientes voluntarios revelan su vulnerabilidad y su valor. Al ser testigo de su proceso, no puedo evitar recordar esas mismas cualidades en mí cuando les ayudo a superar momentos difíciles y comparto sus avances. En este espacio amplio pero conectado, el corazón se abre. De nuevo, es difícil expresarlo con palabras. Algo primario y hermoso surge con casi todos los voluntarios con los que viajamos.

ANTERIOR Clavaria *sp.* ARRIBA *Especie de seta desconocida.*

ENFOQUE:
JOHNS HOPKINS, TRANSCRIPCIÓN DE LAS SESIONES

ARRIBA *Judith.*

SIGUIENTE SUPERIOR *Tony.*

SIGUIENTE INFERIOR A LA IZQUIERDA *Setas de psilocibina secas en bolsa de plástico y cuenco de madera sobre mesa marrón.*

SIGUIENTE INFERIOR DERECHA *Especie de seta desconocida.*

JUDITH

Poeta y antigua supervisora en una clínica de acupuntura para estudiantes; mantuvo una consulta privada durante veinte años; cáncer de riñón.

No sabía si quería someter a mi dulce y perseverante cuerpo a esta... cosa, donde no había recompensas prometidas, pero confié en el equipo. El cambio de opinión se produjo cuando me pregunté: "¿Son productivas las dificultades de estas experiencias? ¿Son constructivas? ¿O son gratuitamente violentas?" Cuando me dijeron: "¿Productivas?", entonces pregunté: "¿El cien por cien de las veces?" La respuesta: "Sí". Dije: "Me apunto".

Había imágenes de techos góticos, carpintería ornamentada, colores que cambiaban rápidamente. No podía acceder a la parte de mi cerebro que describe lo que estaba ocurriendo. Mientras me esforzaba por contarles lo que estaba ocurriendo, me dijeron: "Ya lo tenemos, simplemente déjate llevar por la experiencia". Entonces tuve la sensación de convertirme en las imágenes; ya no las observaba, y tuve ese momento de ¡eureka! ¿Esto es lo que se siente al estar poseído? En mi mente dije: "Espera. Si me entrego, ¿puedes prometerme que estaré en una forma al menos tan fuerte como cuando entré en esta habitación?". Y cuando me respondieron: "¿Crees que faltaría al respeto a mi propia obra?", todo se iluminó. Tuve la experiencia de que el aliento me animaba. Era algo sagrado, casi imposible de describir. Las imágenes empezaron a cambiar rápidamente, y eran fabulosas. Sentía que eran yo. Me sentí tan hermosa, como nunca me había sentido antes. Era perfecta, pero no era impecable...

Las imágenes continuaron. Había una imagen de un tapiz tejiendo hilos dorados, cada hilo necesario en la tela. Cada hilo tiene un propósito. Todos formamos parte de esto. Todos somos necesarios. Todos los comienzos y todos los finales, todos los nacimientos, todas las muertes y todo lo que hay en medio es presenciado, amado y cuidado profundamente. La terrible sensación de aislamiento que había sentido durante tanto tiempo se disipó. Era enorme.

En mis esfuerzos posteriores por sacar algo en claro de la experiencia, escribí esta pequeña pieza titulada "Prismas":

La luz blanca pura pasa a través de prismas vivos,

se rompe en colores radiantes y deslumbrantes que ondulan como criaturas marinas de neón

hechas por el simple placer de brillar.

Somos extrañamente invisibles para nosotros mismos.

TONY

Un actor; cáncer de próstata.

Mi cáncer salió de la próstata y llegó a un ganglio linfático y cuando eso ocurre, la cosa cambia por completo. Los médicos se fijaron en eso y básicamente me dijeron que probablemente reaparecería y reaparecería rápidamente, me mostraron modelos y estadísticas con las probabilidades de cuánto tiempo podría vivir. Fue una experiencia muy estresante. Hice lo que pude, pero sabía que necesitaba ayuda.

Antes de la sesión, estaba muy preocupado por todos mis asuntos, mis complejos, lo que sea. Sacando a relucir cosas que podrían ser perturbadoras. Al principio me asusté, y cuando sentí que mis brazos y piernas empezaban a desaparecer, pensé: "¿En qué me he metido?".

No sé qué fue exactamente, quizá el hecho de llevar tantos años en este viaje, pero no dejaba de repetirme: "Déjate llevar. Déjate llevar. Libérate de esto". Cuanto más me soltaba, más seguro me sentía, y empecé a flotar. Entonces entré en contacto con... algo, llegando a mí diciendo: "Estoy aquí". Fue increíble. Y tuve una epifanía: todo lo que temía no era tan importante. Conectar con esta presencia lo era. Vi que hay leyes que actúan en este mundo más allá de las leyes del hombre, pero también que podemos elegir vivir positivamente de una manera que se relacione con las personas como seres humanos y no como miembros de una categoría. Todos estamos interconectados entre nosotros, así como con la tierra y la naturaleza.

Esta experiencia con un poder superior dejó huella. Me hizo sentir que hay un propósito para nosotros en este mundo. Ahora soy más paciente, estoy dispuesto a reflexionar y a ser más comprensivo. He intentado vivir con más compasión y evitar los estereotipos y los juicios que la cultura y la sociedad nos imponen cada día diciéndonos cómo debemos sentir y pensar. Nadie puede decirme que mi experiencia con la psilocibina fue sólo una droga. La gente no lo sabe; es algo que tienes que experimentar. Era una conexión directa con algo maravilloso e impresionante.

ENFOQUE:
CEREMONIA SAGRADA

ADELE GETTY es psicóloga, escritora y ceremonialista. Es directora de la Fundación Umina y apoya la libertad cognitiva y el derecho a expandir la conciencia. Cree en el poder de las sustancias psicoactivas como agentes de cambio.

Las plantas y moléculas psicoactivas han co-evolucionado con los seres humanos. Estamos hechos el uno para el otro, como una cerradura y una llave. Cuando tomamos estas sustancias en condiciones seguras, abrimos una puerta a la percepción, y empiezan a enseñarnos. Nos hablan. Nos muestran. Nos informan.

Cuando utilizamos estas sustancias psicoactivas de forma intencionada y sagrada tenemos la oportunidad de ir más allá de los retos psicológicos personales y entrar en el reino visionario o místico donde todas las cosas se convierten en una. Estas realizaciones trascendentales, con experiencias de unidad con la divinidad, la naturaleza y uno mismo, pueden transformar nuestras vidas. Es como si el mundo de las plantas, los animales, las rocas, los ríos y las montañas nos informara de que formamos parte de la red de vida que nos atraviesa por dentro, un verdadero parentesco que está en el centro de la experiencia humana.

—ADELE GETTY

ABAJO *Mezcla de setas silvestres.*
SIGUIENTE *Fractales.*

CAPÍTULO 21

UNA BUENA MUERTE

STEPHEN ROSS

STEPHEN ROSS es profesor asociado de psiquiatría general y psiquiatría infanto-juvenil en el Centro Médico Langone de la Universidad de Nueva York (NYULMC) y director del Laboratorio de Investigación de Trastornos Adictivos y Terapéutica Experimental del NYULMC.

Para muchas personas, la perspectiva de enfrentarse a la propia muerte puede ser profundamente inquietante, una agonía llena de ansiedad y desesperación. Pero como han demostrado los estudios sobre el final de la vida con psilocibina, una experiencia trascendental puede cambiarlo todo.

"Me inspiré para idear un proceso y un protocolo para devolver los psicodélicos a un entorno clínico y aplicarlos a personas que estaban pasando por la difícil experiencia de enfrentarse al final de sus vidas".

En la facultad de medicina, nunca recibí clases sobre la muerte ni sobre el concepto de "una buena muerte". En cambio, se nos forma para ayudar a los enfermos graves a aliviar o al menos controlar su dolor y sufrimiento, pero no existe un paradigma para ayudarles con la angustia del final de la vida o las cuestiones espirituales que pueden surgir en torno a ella. Alrededor del 70% de los estadounidenses mueren en lo que yo llamaría "malas muertes" en hospitales o unidades de cuidados intensivos. El encuentro humano con la muerte en Estados Unidos se ha puesto en manos de la medicina, pero los médicos no están adecuadamente formados para ello.

En 2006, un colega empezó a hablarme de la ayahuasca, una medicina espiritual a base de plantas utilizada durante siglos en ceremonias sagradas en el Amazonas. Como experto en drogas y adicciones, creía haber oído hablar de todo, pero esto era nuevo. También fue el año en que el Tribunal Supremo permitió a la União do Vegetal (UDV), una religión espiritista cristiana originaria de Brasil, utilizar legalmente la ayahuasca como parte de sus servicios religiosos de forma similar al papel que desempeña el peyote en los rituales espirituales de la Iglesia Nativa Americana (NAC)[1] Pensé, qué interesante que el uso de psicodélicos con fines espirituales esté protegido como libertad religiosa en Estados Unidos, pero si utilizas psicodélicos en cualquier otro contexto, son ilegales. Lo que realmente me fascinó, sin embargo, es que dentro del campo de la psiquiatría, tales sustancias ya habían sido probadas con fines terapéuticos. En 1960, por ejemplo, Stanislav Grof empezó a utilizar LSD con clientes en su consulta de psicoterapia en el Instituto de Investigación Psiquiátrica de Praga (Checoslovaquia).[2] También escribió un libro sobre este trabajo y otros posteriores, *LSD Psychotherapy: El potencial curativo de la medicina psicodélica*. Así que me sentí inspirado para idear un proceso y un protocolo para devolver los psicodélicos a un entorno clínico y aplicarlos a personas que estaban pasando por la difícil experiencia de enfrentarse al final de sus vidas.

ANTERIOR DE ARRIBA A LA IZQUIERDA ABAJO A LA DERECHA Clathrus archeri; Lysurus periphragmoides (© *Taylor Lockwood*); Aseroe rubra (© *Taylor Lockwood*); Geastrum triplex; Deflexula sp. (© *Taylor Lockwood*); Clathrus ruber; Clathrus ruber; Hydnellum peckii (© *Taylor Lockwood*).

RESULTADOS DURADEROS

Aquí, en el Hospital Bellevue y en el Centro Médico Langone de la NYU de Nueva York, teníamos muchos pacientes que morían de mala muerte, así que mi propósito al diseñar un estudio inicial era ayudar a la gente a tener una buena muerte utilizando intervenciones espirituales para, con un poco de suerte, cambiar las últimas etapas de sus vidas. Reclutamos a veintinueve participantes para el estudio, todos ellos experimentando grados avanzados de angustia emocional, angustia mental o ambas. Su calidad de vida se había deteriorado, su sensación de bienestar espiritual había disminuido y se habían desconectado de sus fuentes de sustento espiritual o religioso. La desesperanza y el miedo a la muerte eran frecuentes. La mayoría eran mujeres entre veintidós y setenta y cinco años a las que les había ido bien en la vida hasta recibir el diagnóstico (cáncer de mama avanzado, gastrointestinal o de la sangre). Todas las voluntarias recibieron asesoramiento.

En el estudio, probamos una dosis única de psilocibina frente a una dosis única de placebo, y los resultados fueron prometedores. Un tratamiento único produjo un alivio espectacular de la ansiedad, la depresión y la orientación hacia la muerte que duró hasta el final del periodo de seguimiento de ocho meses del estudio para el 80% de los participantes. Otras mejoras comunicadas incluían ser más extrovertido, tener más energía, llevarse mejor con los miembros de la familia y rendir bien en el trabajo. También se registraron sentimientos sostenidos de espiritualidad, paz y altruismo. El proyecto se desarrolló a lo largo de una década.[3]

CURACIÓN MÍSTICA

Dado que hemos podido demostrar estadísticamente que la intensidad de la experiencia mística está altamente correlacionada con la mejoría clínica, estamos intentando comprender los mecanismos básicos que se esconden tras ella. ¿Qué aspectos específicos de una experiencia mística disminuyen la ansiedad y la depresión relacionadas con el cáncer? ¿Qué fenomenología impulsa estos efectos terapéuticos?

Todos tenemos la ilusión de que viviremos para siempre, de que la muerte "está lejos". Un diagnóstico de cáncer hace añicos eso, provocando una especie de: "Dios mío, voy a morir. ¿Qué sentido tiene mi vida?" Esta fractura del dominio espiritual es similar a lo que ocurre en la adicción, donde el impacto de los déficits espirituales aparece a menudo. Por eso pensé que encajaría bien entre la gente que experimenta el trauma de morir y la muerte y el potencial de la psilocibina para abrirles a otras perspectivas. Pero, ¿cuál es exactamente el mecanismo del cambio?

Cuando alguien se enfrenta a la muerte, experimenta una especie de disonancia entre su ego (conciencia finita y contenida) y algo totalmente ajeno, otro tipo de conciencia. La experiencia de la psilocibina tiende a disolver el ego y la frontera entre uno mismo y los demás. Da a la gente un profundo sentido de unidad, de su conciencia como parte de algo mayor. En nuestro estudio sobre el cáncer, los pacientes decían que ya no tenían miedo a morir, que veían la conciencia como algo continuo, como parte de una realidad mayor. Así que quizá esa experiencia de unidad en el estado místico sea el componente clave que ayuda a un paciente moribundo de cáncer a superar la angustia.

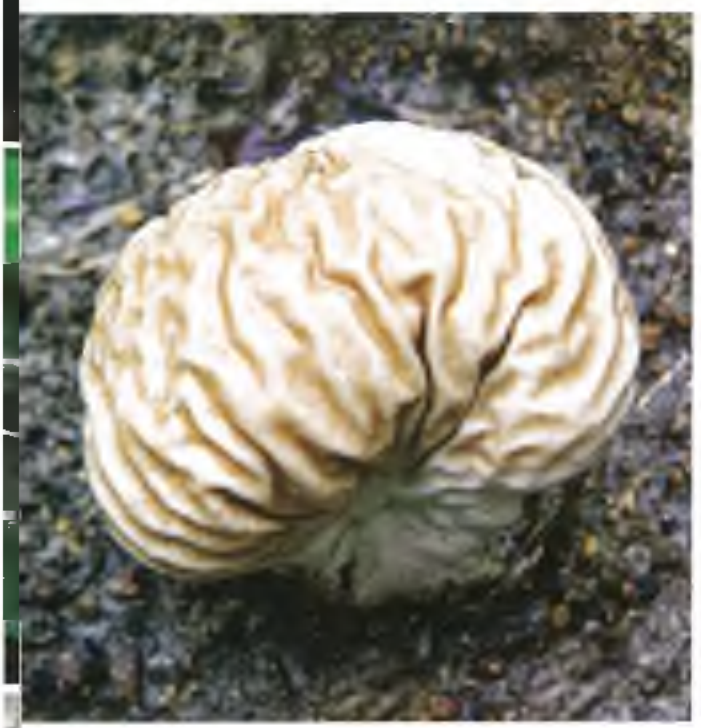
Otra posibilidad es que la gente tenga estas profundas intuiciones, una fuerte sensación de aceptación o entendimiento. Epifanías de profunda verdad personal. Por muchas razones, la psilocibina pone a la gente en contacto con cosas que son sagradas, significativas y genuinas, con auténticas experiencias de amor que tienen poderosos efectos curativos.

ARRIBA *Reunión en torno a una hoguera para una ceremonia.* ANTERIOR *La gorra de lalibertad. Pesilocybe semilanceata.*

INDUSTRIA EN CRECIMIENTO: LA TERAPIA PSICODÉLICA

Un reciente estudio basado en la población de varios cientos de miles de personas analizó la relación entre el consumo de drogas y el comportamiento suicida.[4] Descubrió que todas las drogas de abuso, como el alcohol, el tabaco y la cocaína, se asociaban con mayores tasas de pensamientos o comportamientos suicidas, excepto la psilocibina, el MDMA y otros alucinógenos serotoninérgicos. Éstos se asociaron con tasas más bajas de pensamientos y comportamientos suicidas. ¿Significa esto que todo el mundo debería consumir estas sustancias?

Hay que tener mucho cuidado cuando se empieza a introducir psicodélicos en la población. Tuvimos problemas con eso en los años sesenta. Fue demasiado rápido, no se hizo de la forma correcta y causó daños innecesarios. Sin embargo, no hay nada específico en el cáncer que lo haga único para la ansiedad ante la muerte. Cualquier persona con una enfermedad grave podría verse afectada de forma similar y por supuesto, no es necesario estar enfermo para sufrir angustia existencial ante la muerte. Freud pensaba que el miedo a la muerte era uno de los miedos fundamentales del ser humano. Y para ayudar con eso, para el crecimiento espiritual, estas sustancias se pueden aplicar en la población general, pero tendría que hacerse con cuidado, tendría que haber algún tipo de selección, y debería tener lugar en un tipo específico de entorno clínico.



Anticipo una nueva industria dentro del campo de la salud mental: la formación para convertirse en terapeuta psicodélico. La investigación psicodélica ha resucitado y se ha validado con la ayuda de un pequeño grupo de personas que mantuvieron viva la llama. Ahora tenemos datos reales de estudios rigurosos que son imposibles de ignorar. Prestigiosas instituciones académicas y médicas, como Johns Hopkins, NYU, UCLA, la Universidad de Nuevo México, la Universidad de Alabama, Yale, UCSF, la Universidad de Arizona y la Universidad de Wisconsin siguen impulsando esta investigación. Estos compuestos pueden ser enormemente beneficiosos, y ahora estamos empezando a comprender realmente cómo y por qué. Y como está ocurriendo en el mundo académico convencional, no hay vuelta atrás.

NOTAS

1. Sitio oficial de Unión de Vegetal (UDV), http://udvusa.org/.
2. Alexander Zaitchik, "How Stanislav Grof Helped Launch the Dawn of a New Psychedelic Research Era," AlterNet.org, April 9, 2010.
3. Stephen Ross et al., "Rapid and Sustained Symptom Reduction Following Psilocybin Treatment for Anxiety and Depression in Patients with Life-Threatening Cancer: A Randomized Controlled Trial," *Journal of Psychopharmacology* 30, no. 12 (2016): 1165-80. "Single Dose of Hallucinogenic Drug Psilocybin Relieves Anxiety and Depression in Patients with Advanced Cancer," press release, NYU Langone Medical Center, diciembre 2016.
4. "Suicidal Thoughts and Behavior among Adults: Results from the 2014 National Survey on Drug Use and Health," Substance Abuse and Mental Health Services Administration, septiembre 2015.

CHARLES GROB es catedrático de Psiquiatría y Ciencias Bioconductuales y Pediatria y director de la División de Psiquiatría Infantil y Adolescente del Centro Médico Harbor-UCLA.

ARRIBA A LA IZQUIERDA
Psilocybe cubensis *creciendo en estado salvaje.*

ARRIBA A LA DERECHA
Psilocybe cyclonic.

ANTERIOR Calvatia craniiformis.

ENFOQUE:
INVESTIGACIÓN SOBRE LA PSILOCIBINA: UNA RESURRECCIÓN CLÍNICA

De 2004 a 2008, mis compañeros y yo en el Centro Médico Harbor-UCLA llevamos a cabo el primer estudio de tratamiento psicodélico de la ansiedad por cáncer avanzado en casi cuarenta años.[1] Como este tipo de investigación había estado cerrada durante tanto tiempo, nos correspondía a nosotros demostrar su viabilidad y explicar que este tipo de investigación no sólo era factible, sino también prometedora. De lo contrario, los estudios futuros estarían en peligro. Afortunadamente, pudimos obtener todas las autorizaciones y la financiación necesarias, llevar a cabo el estudio, recopilar y analizar los datos y publicarlos en la literatura profesional. Además establecimos unos sólidos parámetros de seguridad, ninguno de los sujetos tuvo una respuesta fisiológica o psicológica adversa al tratamiento.

El estudio en sí era un proyecto piloto que utilizaba una metodología de doble ciego para probar los efectos de una experiencia con psilocibina en doce personas con un diagnóstico terminal que sufrían ansiedad grave. Los resultados fueron muy prometedores. Encontramos una disminución estadísticamente significativa de la ansiedad que duró meses, así como una correlación significativa con la mejora del estado de ánimo que fue evidente durante muchos meses después de la sesión de tratamiento. También encontramos mejoras en otras medidas de salud mental y emocional, como el estado psicológico, la disminución de la desmoralización y la mejora de la calidad de vida, en el tiempo que les quedaba. En esencia, cumplimos todos los objetivos que nos habíamos fijado para el estudio, que replicaba muchos de los hallazgos de los pioneros en esta investigación que se remontan a los años 50 y 60.[2]

—CHARLES GROB

NOTAS

1. C. S. Grob et al., "Pilot Study of Psilocybin Treatment for Anxiety in Patients with Advanced-Stage Cancer," *Arch Gen Psychiatry* 68, no. 1 (enero 2011): 71-8.
2. C. S. Grob, "Commentary on Harbor-UCLA Psilocybin Study," *MAPS Bulletin* 20, no. 1

CAPÍTULO 22

LOS MISTERIOS DEL SER

FRANZ VOLLENWEIDER

FRANZ VOLLENWEIDER es codirector del Centro de Investigación Psiquiátrica, director de la Unidad de Neuropsicofarmacología e Imagen Cerebral y catedrático de Psiquiatría de la Facultad de Medicina de la Universidad de Zúrich. También es director del Heffter Research Center Zürich, que fundó en 1998.

¿Las experiencias místicas son reales o producto de procesos físicos? ¿Quién o qué las experimenta? La búsqueda de lo que nos hace humanos tiene una importancia filosófica perdurable y la investigación psicodélica está abriendo camino.

¿Existe un denominador común entre las distintas drogas y agentes inductores que producen lo que llamamos un "estado alterado de conciencia"? ¿Depende del cerebro, del entorno o de la cultura? ¿Existe algún fenómeno innato que se correlacione con un tipo específico de droga? Durante los últimos veinte años aproximadamente, mis compañeros y yo hemos utilizado varios enfoques diferentes, desde estudios de ondas cerebrales y PET (tomografía por emisión de positrones) hasta fMRI, para intentar comprender la base neural de los estados alterados. Hasta ahora, hemos descubierto que distintas cualidades comunes a la mayoría de las experiencias pueden vincularse a un patrón específico de actividad cerebral.

Cuando se consideran experiencias de tipo místico, la cuestión científica es si son reales o producto de alguna mezcla de propiedades físicas y ambientales. ¿Qué papel desempeña, por ejemplo, la cultura de cada uno? ¿Se requieren conocimientos lingüísticos? ¿Cuál es la influencia de la genética y de entornos específicos? ¿Se trata de una experiencia construida a partir de las asociaciones personales y la historia o de una experiencia interior caracterizada por cualidades compartidas universalmente? Yendo más allá, ¿podemos utilizar el poder de estas drogas para inducir estados específicos? Para empezar a responder al menos algunas de estas preguntas, examinamos más de cerca el tipo de neuroreceptores que son asimilados por la psilocibina.

La psilocibina interactúa estrechamente con el sistema receptor de la serotonina que, entre otras cosas, regula el estado de ánimo.[1] Hemos estudiado a unas ochocientas personas a lo largo de los años, en su mayoría sanas, utilizando una serie de dosis. Nuestra investigación ha descubierto que la psilocibina cambia los "sesgos emocionales", lo que es muy importante en el tratamiento de la depresión. Cuando los pacientes tienen lo que se denomina un sesgo negativo, su pensamiento interno se queda atascado en ideas negativas. Hemos demostrado que la psilocibina puede romper ese bucle, cambiando los patrones emocionales de negativos a positivos, lo que sugiere un potencial antidepresivo que podría eliminar la necesidad de antidepresivos tradicionales.[2]

En todos nuestros casos nunca hemos tenido un "mal viaje". Aproximadamente uno de cada doce lo pasa peor que otros, pero siempre les guiamos para que superen los aspectos negativos de la experiencia. Al final, incluso las partes difíciles se integran como parte del proceso de aprendizaje y crecimiento durante el trabajo de seguimiento que hacemos con los participantes al día siguiente.

ANTERIOR Hygrocybe conica.

En nuestro estudio más reciente, la mayoría de los participantes siguieron manifestando cambios positivos en sus relaciones y una comprensión más profunda de los estados alterados cuando se les preguntó hasta un año después. Alrededor del 40% se describió a sí mismo como más abierto y comunicativo con sus amigos, y más apreciativo de la naturaleza y las artes. En concreto, se sintieron más "integrados" en la naturaleza, bajando la velocidad y más conscientes de lo que ocurre en cada momento, desarrollando un mayor sentido de la atención plena y sintiéndose más empáticos.[3] Son impresionantes los cambios que pueden producirse a partir de una sola experiencia.

También nos ha interesado cómo el cerebro participa en la creación del sentido del yo. Dado que la psilocibina reduce los límites entre el yo y el otro, plantea preguntas como: "¿Cómo construimos nuestro mundo? ¿Cómo estamos creando un yo que se relaciona tanto interna como externamente?". Esta es una consideración especialmente importante para tratar a pacientes que sufren trastornos de identidad perturbada, como la esquizofrenia. Nuestra investigación sobre la psilocibina nos está proporcionando más herramientas para comprender el cerebro y la psicología y para probar nuevas ideas sobre cómo podría funcionar un determinado fármaco o antipsicótico. Estas sustancias son relativamente fáciles de estudiar en situaciones experimentales precisas y tienen un enorme poder para ayudarnos a investigar el misterioso proceso de la conciencia de uno mismo. Esto nos lleva cada vez más a los aspectos filosóficos de la experiencia.

Y así, además de seguir investigando el potencial de la psilocibina para tratar una serie de trastornos del estado de ánimo y la ansiedad, creo que el futuro de la investigación psicodélica también explorará cuestiones tan complejas como si la experiencia en sí es real o un fenómeno del cerebro que construye la realidad y lo que constituye el yo, y cómo eso puede ser diferente de lo que entendemos como el ego.[4] Esta investigación puede profundizar mucho más en cuestiones sobre la identidad y la existencia humanas.

NOTAS

1. [illegible] et al., "The Mixed Serotonin Receptor Agonist Psilocybin Reduces Threat-Induced Modulation of Amygdala Connectivity," *Neuroimage: Clinical* 11 (2016): 53-60.
2. Ana Sandoiu, "Magic Mushrooms: Treating Depression without Dulling Emotions," *Medical New Today online*, enero 16, 2018..
3. F. X. Vollenweider et al., "Effect of Psilocybin on Empathy and Moral Decision-Making," *International Journal of Neuropsychopharmacology* 20, no. 9 (septiembre 1, 2017): 747-57, https://doi.org/10.1093/ijnp/pyx047.
4. [illegible] and [illegible], "Role of Psilocybin in the Treatment of Depression," *Therapeutic Advances in Psychopharmacology* 7 (2017): 54-6.

ENFOQUE:
MICRODOSIFICACIÓN: ¿REAL O PLACEBO?

ARRIBA *Un médico analiza una imagen de rayos X del cerebro.*

ANTERIOR *Resonancias magnéticas que muestran la parte izquierda, superior y frontal del cerebro.*

No es ningún secreto que Steve Jobs, fundador de Apple, utilizó psicodélicos, incluida la psilocibina, como herramienta creativa, afirmando en una ocasión que "el LSD fue una de las dos o tres cosas más importantes que he hecho en mi vida". Ahora, el uso de dosis muy pequeñas de sustancias psicoactivas se ha convertido en una herramienta legítima en el lugar de trabajo, y no sólo en Silicon Valley. El psicólogo pionero James Fadiman ha utilizado el término "psicodélicos del rendimiento". Otros prefieren "psicovitamina" o *"bio-hacking"*. Pero, ¿funciona realmente?

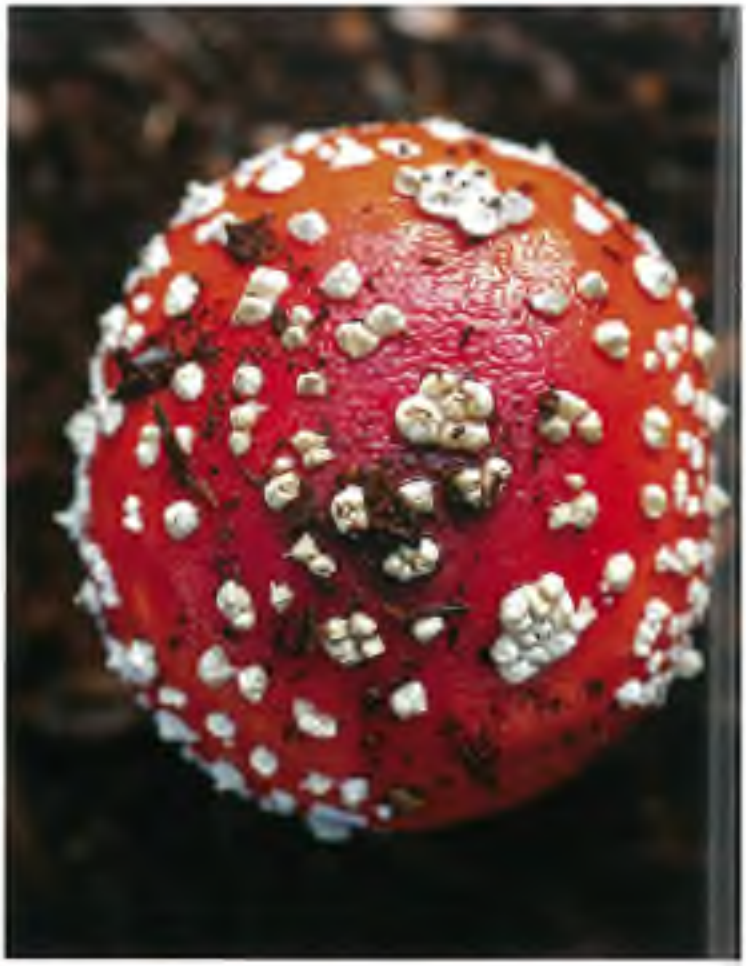
Según Don Lattin, autor de *Changing Our Minds: Psychedelic Sacraments and the New Psychotherapy* (2017), "la microdosificación es lo nuevo. Algunas personas toman microdosis con setas, otras con LSD, otras con mescalina (del cactus peyote). Básicamente se trata de tomar una décima parte de una dosis, y se supone que el efecto es subliminal. Si te sientes intoxicado, es que has tomado demasiado. Hay muchas pruebas anecdóticas de que puede mejorar la función cognitiva y la creatividad, pero por desgracia no hay buenas investigaciones al respecto.[1] ¿Cuántas veces alguien se ha convencido a sí mismo de que está teniendo un día inusualmente bueno?"

William Richards, psicólogo clínico de Johns Hopkins, está de acuerdo: "Mi intuición me dice que podría ser útil para personas bien integradas durante breves periodos de tiempo, pero perjudicial para otras. Sabemos que, con dosis de moderadas a altas, las variables ajenas a la droga, como la salud psicológica de la persona o la calidad de sus relaciones interpersonales, son de vital importancia para tener experiencias beneficiosas. No veo por qué no sería así con dosis por debajo del umbral. Luego está el efecto placebo, el poder de la sugestión. ¿Y cómo se mide la creatividad? Son cuestiones complejas que deben investigarse en un estudio doble ciego bien diseñado."

Esas preguntas podrían tener pronto respuesta, al menos en el caso del LSD. La Fundación Beckley del Reino Unido está colaborando con destacados científicos y universidades de Estados Unidos, los Países Bajos, Brasil y el Reino Unido para desarrollar un programa de investigación sobre el potencial terapéutico del LSD en distintas dosis. La fundadora e investigadora principal de Beckley, Amanda Feilding, cree que iniciando estudios dosis-respuesta, "ayudaremos a determinar qué dosis pueden producir los mejores resultados para diferentes afecciones y terapias."

NOTA

1 Ayelet Waldman, *A Really Good Day: How Microdosing Made a Mega Difference in My Mood, My Marriage, and My Life* (New York: Knopf, 2017).



CAPÍTULO 23

DE SIMIOS Y HOMBRES

DENNIS McKENNA

DENNIS McKENNA es farmacólogo y profesor de la Universidad de Minnesota en el Centro de Espiritualidad y Curación. Está afiliado al Instituto de Investigación Heffter desde su fundación en 1993.

El cerebro humano triplicó su tamaño en un lapso evolutivo relativamente corto. Quizá los inductores del "estado alterado" de las antiguas setas psicoactivas tuvieran algo que ver.

Mi difunto hermano Terence y yo conocimos las setas de psilocibina en 1971, cuando viajamos a Sudamérica. Nos trajimos esporas, aprendimos a cultivarlas y un par de años más tarde escribimos Psilocybin: Guía del Cultivador de Hongos Mágicos. Queríamos que la gente tuviera las mismas experiencias que nosotros y confirmara que estábamos en lo cierto. Y así fue. Resultó ser un libro bastante influyente. Y sin embargo, la psilocibina llegó con mucha menos fanfarria e histeria que el LSD, que cayó sobre la sociedad como una bomba. Las setas aparecieron silenciosamente, como suelen hacer. Eran el psicodélico perfecto después del drama del LSD. No son tóxicas, son mucho menos peligrosas y la mayoría de la gente tiene experiencias agradables, con las dosis adecuadas. Representaban una forma relativamente benigna de educar a la sociedad sobre lo que hacen estas sustancias. Pero no me las tomo a la ligera. Siento un gran respeto por las setas. Algunas personas asumen que las setas son "recreativas" y no suponen un riesgo. Es un error peligroso. Son serios y poderosos facilitadores de estados alterados de percepción.

ARRIBA *Especie de seta no identificada.* ANTERIOR DE ARRIBA A LA IZQUIERDA A BAJO A LA DERECHA Psilocybe azurescens; Amanita muscaria; Amanita muscaria; Psilocybe azurescens.

LA HIPÓTESIS DEL SIMIO DROGADO

La hipótesis del simio drogado es difícil de discutir, porque tiene muchas capas de complejidad. Y es una caracterización injusta, porque la gente la interpreta como que los primeros homínidos comieron setas y de repente se volvieron inteligentes y empezaron a hablar. No es tan sencillo, pero creo que está claro que los homínidos y casi todas las criaturas de la biosfera evolucionan dentro de una ecología química que presenta una amplia gama de moléculas y microbios, algunos de los cuales afectan al sistema nervioso.

Los homínidos eran carroñeros, y las setas habrían sido fáciles de detectar, ya que cualquier animal que pastara podía proporcionar un sustrato potencial para las variedades psicoactivas a través de sus heces. Simplemente te agachabas, las recogías y te las comías. Si agarrabas una *Psilocybe cubensis*, que es una especie bastante común, habrías tenido estas profundas experiencias. Dado que los conceptos de una deidad y de una relación con la naturaleza están incorporados a la cosmovisión indígena, imaginemos el impacto que una experiencia así debió de tener en los primeros homínidos, por rudimentarias que fueran sus nociones de lo divino.

Una cosa que las setas y otros psicodélicos inducen de forma fiable es la sinestesia: la percepción combinada de una modalidad sensorial con otra, por ejemplo "oír colores" o "ver música". Esto es importante, puesto que los sonidos y los colores carecen de significado, pero al combinarlos se crea un símbolo. Los psicodélicos fueron el detonante para asociar los sonidos y la vista a complejos símbolos significativos. Otra de las características de la psilocibina o de cualquier experiencia psicodélica, es la portentosidad, una experiencia de significado trascendental, incluso sobre cosas ordinarias. Los psicodélicos hacen que la gente se fije en cosas que normalmente no ve. Traen el trasfondo hacia delante.

Y así podría haber sido para estos primeros homínidos. En el transcurso de varios millones de años, el cerebro humano triplicó su tamaño, pasando de unos 500 centímetros cúbicos (cc) en los primeros prehumanos a los 1.500 cc actuales.[1] ¿Qué lo provocó? Es imposible probarlo o refutarlo, por supuesto, así que somos libres de especular, pero creo que la psilocibina fue una herramienta para el aprendizaje de la cognición. Fue esencialmente el software que programó el hardware neurológico para pensar, para tener cognición, para tener lenguaje, y el lenguaje es esencialmente sinestesia, la asociación de un sonido emitido sin sentido con un significado complejo.

ARRIBA *Representación de los primeros homínidos encontrando una seta.* SIGUIENTE *Representación de una experiencia psicodélica.*

De nuevo, no es tan sencillo como que sus cerebros mutaran de repente por comer setas de psilocibina, pero creo que la psilocibina fue un factor a nivel epigenético, que influyó en el desarrollo de este hardware neuronal. Un neuroanatomista dirá que una gran parte del cerebro está dedicada a la generación y comprensión del lenguaje; tales estructuras neuronales no se encuentran en nuestros antepasados primitivos. Se trata de un rasgo humano moderno y un reflejo de un avance evolutivo muy reciente. Creo que las setas y la psilocibina podrían haber tenido una influencia catalizadora en ello.

NOTA

1. Andrew Du et al., "Pattern and Process in Hominin Brain Size Evolution Are Scale-Dependent," Proceedings of the Royal Society, no. 1873 (febrero 28, 2018), 285, https://doi.org/10.1098/rspb.2017.2738.

CONTRAPUNTO:
LA TEORÍA DEL SIMIO INTOXICADO

No me creo la hipótesis del "simio drogado" y nunca me la he creído. Las distorsiones perceptivas y la confusión sensorial que provocan los psicodélicos serían un riesgo fatal en una especie en desarrollo, ya que te harían más vulnerable a ser devorado por un depredador o a morir accidentalmente. Creo que los seres humanos tuvieron que esperar hasta que existiera un nivel mínimo de civilización y protección en el que tuvieran el lujo del espacio y el tiempo para explorar con seguridad tales experiencias.

El ser humano es capaz de experimentar y apreciar el misterio y la maravilla de lo divino sin sustancias. Miras al cielo por la noche o contemplas el nacimiento y la muerte y te enfrentas crudamente al misterio en el que vivimos. Creo que hay todo tipo de razones a lo largo de la historia para explicar por qué el cerebro ha aumentado de tamaño. Incluso antes de que existieran los primates, el cerebro se desarrollaba y crecía sin depender de sustancias psicodélicas.

—ANDREW WEIL

CAPÍTULO 24

EXPERIENCIAS MÍSTICAS A TRAVÉS DE LAS TRADICIONES RELIGIOSAS

ANTHONY BOSSIS, ROBERT JESSE, Y WILLIAM RICHARDS

¿Las experiencias místicas son comunes a todas las tradiciones religiosas? ¿Cómo puede influir un encuentro de este tipo en la labor de los profesionales ordenados, independientemente de su formación y procedencia?

Con el apoyo del Consejo de Prácticas Espirituales (CSP), investigadores de la Universidad Johns Hopkins y de la Universidad de Nueva York están llevando a cabo un estudio de fase 1 para explorar los efectos de la psilocibina en líderes religiosos con el fin de comprender cómo interpretan una experiencia de tipo místico y si puede enriquecer su labor como clérigos.

Los dos centros del estudio están reclutando a veinticuatro líderes de diversas tradiciones espirituales. Tras una cuidadosa selección y preparación, cada participante recibe psilocibina durante dos sesiones contemplativas individuales de un día de duración en compañía de personal formado y en un entorno cómodo similar a una sala de estar.

La hipótesis de los investigadores es que, debido a sus intereses, formación y prácticas, estos líderes religiosos podrán ofrecer perspectivas únicas que contribuirán a la comprensión científica tanto de las experiencias de tipo místico como de sus repercusiones.

El investigador principal del estudio es Roland Griffiths, profesor de los Departamentos de Psiquiatría y Neurociencias de la Facultad de Medicina de la Universidad Johns Hopkins. El guía principal del estudio en la NYU es Anthony Bossis, psicólogo clínico. En la Hopkins, el director del estudio es William Richards, psicólogo clínico. En la NYU, el investigador principal es Stephen Ross, profesor asociado de psiquiatría y psiquiatría infantil y adolescente. Robert Jesse es el coordinador del CSP, patrocinador del estudio.

ARRIBA *Luz solar que brilla a través del gran cañón.* ANTERIOR DE ARRIBA A LA IZQUIERDA A ABAJO A LA DERECHA *Especie de seta no identificada; loro* (Gliophorus psittacinus); Marasmiellus sp. *sobre caña de bayas; Especie de seta no identificada.*

"Me llama la atención el hecho de que los seres humanos parezcan estar preparados para el tipo de experiencias increíbles, trascendentales y que dan sentido, que son el núcleo de las principales religiones del mundo. Se ha descubierto que la psilocibina, cuando se administra de forma competente prestando atención a la configuración mental, el entorno ambiental y la dosis adecuada, facilita de forma fiable estas experiencias místicas. Como muchos han dicho que las religiones institucionalizadas se han alejado de su núcleo místico, mis colegas y yo tuvimos una idea radical: ¿qué aprenderíamos si invitáramos a un grupo diverso de líderes espirituales, practicantes ordenados del cristianismo, el budismo, el judaísmo, el hinduismo y otras tradiciones, a atravesar esta importante puerta? La mayoría de ellos han pasado la mayor parte de sus carreras estudiando este paisaje. ¿Habría una experiencia común? En caso afirmativo, ¿cuál? En caso negativo, ¿en qué se diferenciarían? ¿Qué podríamos descubrir sobre la génesis de la espiritualidad humana?"

—ANTHONY BOSSIS

"Al concebir este estudio, pensamos que podría ser útil para los líderes religiosos tener una experiencia espiritual real. Ciertamente, existe una larga historia de revelaciones íntimas de este tipo a través de las fronteras religiosas, si se imaginan la zarza ardiente de Moisés, las visiones del templo de Isaías y la visión de San Pablo en el camino de Damasco. Y muchos místicos de todas las épocas, como Teresa de Ávila, Meister Eckhart, Hildegard von Bingen, Plotino y Rumi, tuvieron experiencias directas con alguna energía trascendente, algo mucho más grande que ellos, y los impactos fueron profundos. Tal vez un pastor predicaría con más confianza el domingo por la mañana o un ministro daría mayor profundidad a su trabajo con los moribundos. De diversas maneras, los practicantes espirituales podrían apreciar más profundamente la riqueza de su propia tradición y, al mismo tiempo, ser más tolerantes con los caminos espirituales de los demás."

—WILLIAM RICHARDS

"La psilocibina, utilizada con cuidado, está demostrando ser una herramienta maravillosa para investigar prospectivamente la naturaleza y las consecuencias de las experiencias de tipo místico. En los últimos años, los investigadores en este campo han hecho grandes progresos. A la luz de hallazgos científicos cada vez más sólidos, seguramente la cultura llegará a dar cabida a estas modalidades cuando demuestren su utilidad en psiquiatría y, cuando se salvaguarden y apoyen adecuadamente, para la mejora de las personas sanas."

—ROBERT JESSE

ENFOQUE:

CONSEJO DE PRÁCTICAS ESPIRITUALES

La misión del Consejo de Prácticas Espirituales es identificar y desarrollar enfoques seguros y eficaces para incitar "experiencias religiosas" que ayuden a individuos y comunidades espirituales a "llevar a su vida cotidiana las percepciones, la gracia y la alegría que surgen de la percepción directa de lo divino." El CPE no tiene doctrina ni liturgia propias y no está afiliado a ninguna tradición espiritual o religiosa. Fue convocada por primera vez en 1993 por el ex ejecutivo tecnológico y ahora investigador psicodélico Robert Jesse.

ARRIBA Coprinellus disseminatus.

ANTERIOR A LA IZQUIERDA Mycena chlorophos

ANTERIOR A LA DERECHA *Especie desconocida.*

INSTITUTO DE INVESTIGACIÓN HEFFTER

El Instituto de Investigación Heffter se constituyó en Nuevo México en 1993 como organización científica sin ánimo de lucro. Desde su creación, Heffter ha ayudado a diseñar, revisar y financiar estudios punteros sobre la psilocibina en destacadas instituciones de investigación de Estados Unidos y Europa. Esa investigación se ha centrado principalmente en la aplicación de la psilocibina para el tratamiento de la angustia y la adicción relacionadas con el cáncer y para la investigación básica de la fisiología de la actividad cerebral, la cognición y el comportamiento. El instituto cree que los psicodélicos tienen un gran potencial inexplorado que requiere una investigación científica financiada de forma independiente para encontrar los mejores usos en el tratamiento médico.

VANJA PALMERS es un sacerdote zen jubilado, heredero del dharma del difunto Kobun Chino Otogawa y activista por los derechos de los animales desde hace mucho tiempo. Junto con David Steindl-Rast, monje benedictino católico, cofundó Ökumenisches Haus der Stille (Casa del Silencio) en Puregg, en la provincia austriaca de Salzburgo, un lugar de diálogo interreligioso entre cristianos y budistas. También es fundador de Felsentor.

ARRIBA *Ruedas de oración budistas.*
SIGUIENTE ARRIBA A LA IZQUIERDA *Monje budista rezando*
SIGUIENTE ARRIBA A LA DERECHA *Especie de seta no identificada.*
SIGUIENTE INFERIOR Calocera viscosa

ENFOQUE: MEDITACIÓN Y PSILOCIBINA

Los psicodélicos fueron cruciales en mi desarrollo de joven. De hecho, cambiaron mi vida por completo. Dejé la universidad, abandoné el negocio que dirigía y me lancé a la búsqueda. Eso me llevó primero al yoga y luego a la meditación zen. Me convertí en sacerdote zen, dejé de tomar psicodélicos durante unas tres décadas y los redescubrí hace poco, cuando participé en un estudio en 2015 en el que a la mitad de un grupo de meditadores veteranos se les dio una dosis de psilocibina después de cuatro días de práctica de meditación sentados; a la otra mitad se les dio un placebo.[1] Algunas de las personas experimentadas dijeron que era interesante pero no fundamentalmente diferente de lo que habían experimentado en su práctica; otros con historias de meditación igualmente largas quedaron completamente alucinados. Sabían lo que estaba pasando, pero habían perdido el control de sus cuerpos y habían tenido experiencias extáticas.

Creo que la combinación de una práctica de meditación tradicional con el uso de psicodélicos es muy prometedora para el desarrollo positivo de la conciencia. El estudio sugiere que las personas que tienen este tipo de entrenamiento están más relajadas ante estados mentales inusuales. Si te embarcas en un viaje psicodélico con la experiencia práctica de sentarte quieto y dejar que las cosas pasen a través de ti, de volver a tu respiración, de mantener una presencia abierta y la voluntad de encontrarte con lo que surja, eso puede llevarte a lugares muy hermosos. Algunos de los participantes en el estudio me contaron después que, durante mucho tiempo, su práctica de la meditación fue diferente. Su experiencia con la psilocibina, de alguna manera, la renovó y la hizo más viva de nuevo.

Sin embargo, estas experiencias no garantizan un cambio duradero. Lo crucial es lo que hagas con ellas. Esto es cierto tanto si tu avance espiritual se produce al tomar una sustancia como si te sientas en silencio durante una semana sin tomarla. El reto es cómo integrar esa experiencia en tu vida diaria. Quizá una combinación de ambas ayude a afianzar esos aprendizajes. Otro estudio añadió dos sesiones de psilocibina a un programa de entrenamiento para meditadores principiantes y descubrió que ambas sustancias se complementaban poderosamente.[2]

Creo que los hongos son como nuestros hermanos y hermanas planetarios mayores. Como especie somos muy jóvenes, apenas en la pubertad, y nos comportamos en consecuencia. Pero cuando nos acercamos a estos ancianos con respeto y cuidado, nos hablan, nos invitan a su mundo y nos dan instrucciones. Y sobre todo, lo que parecen decirnos es que cuidemos de nuestro entorno y de este planeta.

—VANJA PALMERS

NOTAS

1. Milan Scheidegger et al., "Psilocybin Enhances Mindfulness-Related Capabilities in a Meditation Retreat Setting: A Double-Blind Placebo-Controlled fMRI Study," Presentation at Psychedelic Science 2017, http://psychedelicscience.org/conference/interdisciplinary-psilocybin-enhances-mindfulness-related-capabilities-in-a-meditation-retreat-setting-a-double-blind-placebo-controlled-fmri-study.
2. Roland R. Griffiths et al., "Psilocybin-Occasioned Mystical-Type Experience in Combination with Meditation and Other Spiritual Practices Produces Enduring Positive Changes in Psychological Functioning and in Trait Measures of Prosocial Attitudes and Behaviors," *Journal of Psychopharmacology* 32, no. 1 (enero 1, 2018): 49-69.

CAPÍTULO 25

CAMBIAR EL JUEGO

PAUL STAMETS

La misteriosa capacidad de los hongos para provocar estados de conciencia transformadores tiene un potencial revolucionario. El futuro de la sostenibilidad planetaria puede depender de la convergencia de la conciencia humana con la inteligencia micelial.

Personalmente, creo que las setas de psilocibina son una medicina para el alma y la psique. Te ayudan a salir del otro lado de problemas que pueden haberte estado arrastrando, que pueden haberte hecho daño a ti y a otros. Gran parte de esa curación tiene que ver con el perdón y con seguir adelante. No podemos quedarnos atascados en el pasado; tenemos que estar anclados en el presente, pero sin dejar de mirar hacia delante. Si podemos visualizar un futuro mejor, podremos conseguir un futuro mejor.

"Estamos en la cúspide de una revolución micológica que tendrá efectos de cambio de paradigma en el futuro."

Una de las cosas que hace la psilocibina es calmar el cerebro. Como dijo una vez David Nutt, profesor de neuropsicofarmacología del Imperial College de Londres, "la psilocibina hace en treinta segundos lo que los antidepresivos tardan de tres a cuatro semanas en hacer."[1] En lugar de tener que gestionar la masa de señales que fluyen de un lado a otro entre las regiones del cerebro normalmente más activas, el cerebro se apaga parcialmente durante una experiencia con psilocibina, permitiendo que otras regiones se comuniquen entre sí. Así que, en cierto modo, los estados alterados que se producen son el resultado tanto de la expansión como de la contracción de la mente: Bajar el ruido para que otras señales puedan ser percibidas. Lo que entonces tiende a surgir, como ha demostrado la investigación, es una experiencia de unidad, de conexión con la naturaleza. Las setas nos dan acceso a un universo espiritual, a una concepción de Dios, que de otro modo nunca experimentaríamos. Eso suele cambiar las reglas del juego.

Se siguen acumulando los resultados de estudios clínicos sobre los beneficios de la psilocibina para personas con cáncer terminal, ansiedad al final de la vida, trastorno de estrés postraumático, trastornos obsesivo-compulsivos y otras afecciones difíciles. Se trata de protocolos doble ciego y científicamente rigurosos que están generando resultados estadísticamente significativos. Desde una perspectiva terapéutica, la psilocibina y otras sustancias psicoactivas están consiguiendo en cuatro o seis horas lo que de otro modo llevaría años con tratamientos más convencionales (si es que son eficaces). Algunas personas no disponen de tanto tiempo. Y creo que esto es sólo la punta del *iceberg*.

ANTERIOR *Grupo de* Coprinellus disseminatus.

UN VIAJE PERSONAL

Una vez mi hermano volvió de México con historias increíbles sobre setas mágicas y experiencias religiosas. Sabía que me interesaba el tema, pero estaba un poco preocupado porque yo era demasiado ansioso. Finalmente, en Ohio, compré una bolsa.

No tenía guía ni recomendaciones sobre cuánto tomar, así que me lo comí entero mientras paseaba por unos bosques cercanos que conocía bastante bien. Más tarde descubrí que tomé diez veces la dosis "normal".

Era un cálido día de verano y vi unas nubes negras en el horizonte. Había un roble grande, viejo y hermoso en lo alto de una cresta donde había pasado mucho tiempo. Me encantaba ese árbol. Tenía una hermosa vista de las colinas ondulantes y el entorno pastoral del Ohio rural. Y pensé: "Voy a subir a la copa de este árbol. Me dará una gran vista de esta tormenta."

Entonces empecé a sentir los efectos: oleadas de creciente embriaguez me recorrían. Me subí a la copa de un árbol y vi cómo se acercaban esas nubes hirvientes, pero ahora parecían enfadadas. Empezaron a caer rayos y empecé a ver todos esos fractales geométricos que emanaban de ellas. Era increíble; por supuesto, nunca había visto nada igual.

Aumentó el viento, empezó a llover y, en general, los relámpagos eran tan intensos que me asusté. Estoy en la copa de un árbol, en lo alto de una colina, en medio de una tormenta eléctrica. Empecé a tener vértigo y me agarré al árbol para salvar mi vida.

Hasta entonces había tenido un terrible hábito de tartamudear. No podía decir una sola frase sin tartamudear. Me sometí a seis años de logopedia, pero nada me ayudó. Así que me quedé atascado en la copa de este árbol y pensé: "¿En qué debo centrarme? ¿Qué saco de esta experiencia? ¡Espera! Tengo que dejar de tartamudear. Ese es mi problema". No podía tener citas, no tenía confianza, no me sentía cómodo en público. Y una vocecita interior en mi cabeza me dijo: "¿Me oyes? Deja de tartamudear ahora". Y empecé a repetirlo: "Deja de tartamudear ya. Deja de tartamudear ahora", cientos, miles de veces.

Horas más tarde, bajé del árbol después de que por fin pasara la tormenta, calado hasta los huesos y enamorado de la vida, de la naturaleza, de aquel árbol. Me fui a casa y me acosté.

Había una mujer atractiva a la que conocía y que me gustaba mucho, pero nunca podía mirarla a los ojos porque tenía miedo de tartamudear y avergonzarme. Yo también le gustaba, pero no sabía qué hacer con esa atención. Era mejor evitar el contacto social. Así que esa mañana pasó a mi lado, me miró y dijo: "Buenos días, Paul". Y por primera vez, la miré directamente a los ojos y le dije: "Buenos días. ¿Cómo estás?" Nunca olvidaré ese momento. Había dejado de tartamudear en una sesión. Todavía vuelve de vez en cuando, pero en una sesión de seis horas estaba curado al 99% que seis años de logopedia no pudieron alcanzar.

ARRIBA A LA IZQUIERDA *Tormenta eléctrica*. ARRIBA EN MEDIO *Renderizado de iluminación y árboles*. ARRIBA A LA DERECHA *Rayo delante de un fractal*.

INTELIGENCIA FÚNGICA

Estamos en la cúspide de una revolución micológica que tendrá efectos de cambio de paradigma en el futuro. Existe un concepto científico muy popular en la actualidad, la epigenética, que describe cómo los cambios en un organismo pueden estar causados no por cambios en su código genético, sino por cambios en la expresión de esos códigos, y que esos cambios en la expresión pueden estar causados por el entorno. La increíble capacidad de los hongos para sanar entornos que han sufrido cambios catastróficos podría explicarse por las cualidades epigenéticas de su diseño en forma de red.

Incluso pequeños grupos de micelio pueden tener billones de ramificaciones en su periferia exterior. A medida que estas ramificaciones crecen en un ecosistema, interactúan con nuevos recursos y desarrollan nuevas estrategias de digestión: nuevas enzimas, nuevos ácidos, nuevos antibióticos. Están aprendiendo y adaptándose constantemente, no sólo desde un único punto de contacto, sino desde innumerables puntos. Durante este proceso, el micelio adquiere más conocimientos; su experiencia queda arraigada en el propio ADN de la red. Al tratarse de membranas autodidactas y altamente adaptables, su potencial remediador tiene aplicaciones casi ilimitadas.

Creo que Internet se inventó como consecuencia inevitable de un modelo evolutivo que ya había tenido éxito: el micelio. El micelio es una red, nuestro cerebro es una red y nuestros sistemas informáticos de intercambio de información son redes. Las redes son valiosas por su resistencia al cambio, su capacidad de adaptación al cambio y su capacidad de experimentar el cambio. Esto es importante porque cuantas más experiencias tengas, más amplia será tu base para tomar decisiones inteligentes. Es cierto para los humanos, es cierto para el micelio, y ahora se está convirtiendo en cierto con el *hardware* a medida que la inteligencia artificial (IA) evoluciona hacia "máquinas de aprendizaje" diseñadas para "pensar" por sí mismas a medida que "interpretan" innumerables procesos algorítmicos. Estas máquinas ya son capaces de determinar, por ejemplo, si una canción o un texto son alegres o tristes,[2] escribir composiciones musicales y mantener conversaciones que no se distinguen de las que mantienen los seres humanos.[3]

Preveo un futuro en el que seamos capaces de construir uniones sinápticas entre nuestra conciencia y la naturaleza, es entonces cuando creo que comprenderemos que el todo es mucho mayor que la suma de sus partes. Una conciencia verdaderamente holística debe incluir un sentido de la conciencia de todos los organismos de la Tierra, e incluso un sentido de algo trascendente, lo que algunos llamarían Dios. Todo es uno, en última instancia, pero hemos dividido la experiencia completa de la vida en todas estas partes desconectadas.

ES HORA DE CAMBIAR EL JUEGO

La Tierra está en crisis, pero yo sigo creyendo en el poder de la belleza, la gratitud y el perdón. Cuando eres generoso con la gente, ellos tienden a ser más generosos a su vez. Cuando somos generosos con la naturaleza, ella responde del mismo modo. La naturaleza está diseñada para incentivar nuestra bondad básica.

Hay una nueva mezcla de capitalismo, espiritualidad y filosofía medioambiental que está empezando a cuajar. Si podemos ayudar a mostrar a las generaciones futuras un camino que valga la pena seguir, por difícil que sea a veces, podemos sentar las bases de un pensamiento iluminado que conduzca a resultados tanto comercialmente exitosos como saludables para la sostenibilidad planetaria. Y se necesitan ambas cosas para la escala de cambio que necesitamos, porque en la realidad actual es donde aparece la resistencia: "el cambio será demasiado caro. Amenazará nuestra calidad de vida". Pero, por supuesto, ocurre lo contrario si no alteramos nuestro rumbo; si seguimos por el camino que vamos, nuestra calidad de vida se hará insostenible.

Sin embargo, creo que ésta es la grieta en el huevo cósmico, el amanecer de una nueva conciencia. Estamos en la cúspide de una revolución micológica en la que una ecología emergente de la conciencia está arraigada en soluciones prácticas que podemos analizar, probar y verificar. El público se ha visto asaltado incesantemente por mensajes negativos sobre el medio ambiente, el colapso de las sociedades, las enfermedades, el terrorismo y la pobreza. Existe un tremendo malestar y puede llegar a ser bastante deprimente. La gente está cada vez más desesperada y quiere saber qué se puede hacer. Y por eso soy optimista, porque mis aliados fúngicos me han enseñado que tienen soluciones literalmente bajo los pies que pueden responder a los retos muy, muy rápidamente.

Los fenómenos de extinción nos persiguen la cola. Si no nos adelantamos a ellos, nos sobrepasarán y eclipsarán, y entonces se acabó el juego. ¿Tenemos la previsión, el conocimiento y la inteligencia para formar nuestro futuro de manera sostenible sin desmantelar los cimientos que hacen posible la vida? Yo creo que sí. Creo que la bondad y la sabiduría acabarán triunfando, con la ayuda del tercer reino.

NOTAS

1. Kevin Luna, "How Psychedelics Like Psilocybin and LSD Actually Change the Way People See the World," BusinessInsider.com, Monaco, 2017.
2. Terence Mills, "Machine Learning vs Artificial Intelligence: How Are They Different?" Forbes.com, julio 11, 2008.
3. Pranav Dar, "Google Is Making Music with Machine Learning and Has Released the Code on GitHub," AnalyticsVidhya.com, March 14, 2018. Yonghong Wang, "Your Next New Best Friend Might Be a Robot," Nautilus.us, Volume 18, 2016.

ARRIBA A LA IZQUIERDA *Representación de un ecosistema prehistórico dominado por hongos.* ARRIBA A LA DERECHA *Representación de una era glacial.* ANTERIOR ARRIBA Marasmiellus. ANTERIOR ABAJO Phallus indusiatus, *un cuerno hediondo comestible y selecto; es decir, hasta que madura y se vuelve muy apestoso.*

"Cualquiera que haya tenido una experiencia psicodélica poderosa en un país donde es ilegal tenerla se enfrenta a un dilema, un riesgo de ser procesado, porque algo precioso y profundo, un gran regalo personal, no es comprendido por la cultura en general. Una respuesta es enfadarse y luchar contra ello. Otra es que tenemos que explicar mejor el fenómeno.Cuando la gente lo entiende, se abre el potencial de acomodación y respeto."

—BOB JESSE, FOUNDER OF THE COUNCIL ON SPIRITUAL PRACTICES (CSP)

A LAIZQUIERDA Y ARRIBA Omphalotus *sp. Estos hongos bioluminiscentes brillan porque contienen unas moléculas llamadas luciferinas, que al oxidarse producen una luz prácticamente incandescente.* SIGUIENTE PÁGINA DE ARRIBA A LA IZQUIERDA HACIA ABAJO A LA DERECHA Phlogiotis helvelloides; Nidula *sp.*; Pholiota squarrosa; Ramaria *sp.*; Gyromitra esculenta; Humaria hemisphaerica; Helvella macropus; Auricularia delicata; Pseudohydnum gelatinosum; Ascocoryne sarcoides; Stemonitis axifera; Fistulina hepatica. (*Todas las imágenes de la página © Taylor Lockwood.*)

Este mundo nuestro siempre está cambiando...
no para bien ni para mal, sino para toda la vida.
Si llegan las tormentas y sube el agua...
Si el fuego abrasa la tierra...
O la oscuridad desciende...
Estaremos aquí, trabajando. Como siempre.
Ampliar la red, crear comunidad,
restablecer el equilibrio, poco a poco.
Una conexión cada vez.
Puede tardar un millón de años, o cien millones.
Pero seguiremos aquí.

EPÍLOGO

LOUIE SCHWARTZBERG

LOUIE SCHWARTZBERG es un galardonado productor, director y director de fotografía cuya notable carrera abarca más de tres décadas. Conocido por su fotografía de lapso de tiempo, de alta velocidad y macro, las películas de Louie son historias que celebran la vida, hacen visible lo invisible y revelan los misterios y la sabiduría de la naturaleza, las personas y los lugares.

El viaje hacia la realización de la película *Fantastic Fungi* comenzó hace casi trece años, cuando escuché a Paul Stamets dar una de sus primeras presentaciones en la Conferencia de Bioneers. Para entonces, ya me había dejado seducir por la belleza sensual de las flores y llevaba más de tres décadas observándolas en cámara rápida veinticuatro horas al día, siete días a la semana, sin parar. Parte de ese esfuerzo incluía la cámara rápida de setas. Después de la presentación de Paul, le enseñé algunos de los vídeos montajes de setas que tenía en mi computadora. En ese momento, la red de micelio realizó con éxito su conexión intencionada. Eso es lo que hace la red de micelio: conecta a los seres vivos para que la vida pueda florecer y para que podamos vivir en armonía con la tierra.

Mi pasión por captar imágenes que inspiren asombro y admiración, y por captar temas que son demasiado lentos, demasiado rápidos, demasiado pequeños o demasiado vastos para que los pueda ver el ojo humano, es lo que me llevó al cine. Me encanta llevar al público a través de portales de tiempo y escala. Estas experiencias inmersivas son trascendentes y amplían nuestra visión del mundo.

Durante un tiempo, pensé que mi obsesión por captar la belleza del movimiento infinitesimal de una flor era motivo suficiente para seguir filmando las 24 horas del día. Pero entonces me enteré del colapso de las colonias, el nombre científico de la muerte masiva de colonias de abejas, y supe que no podía contar la historia de las flores sin contar la historia del declive de las abejas. Las abejas coevolucionaron con las flores —una historia de amor que dura ya más de cincuenta millones de años— y no podemos permitir que esa relación se rompa. Si las abejas desaparecen, nosotros también. Todos los alimentos que necesitamos para mantenernos sanos —frutas, verduras, frutos secos, semillas, bayas y algunos cereales— proceden de la polinización de las plantas. Sin la evolución de las flores, los mamíferos de sangre caliente nunca habrían evolucionado. Antes de la aparición de las flores, la Tierra era un lugar aburrido y monótono, mayoritariamente verde. Los reptiles herbívoros de sangre fría que vagaban por el planeta necesitaban comer grandes cantidades de hojas para mantenerse con vida.

Entonces... hice una película sobre la polinización llamada *Wings of life*. Es un largometraje de Disneynature narrado por Meryl Streep, que es la voz de una flor que seduce a abejas, murciélagos, mariposas y colibríes. En el proceso de rodaje aprendí que la polinización es un acontecimiento clave, una intersección e interacción mágica entre los reinos animal y vegetal que se produce miles de millones de veces al día. Sin ella, la vida en la Tierra sería radicalmente distinta.

Me encanta explorar las grandes preguntas y sumergirme en los misterios de la vida. Así que pensé: si las plantas son la única forma de vida terrestre que puede convertir la energía del sol en alimento, algo fundamental para nuestra supervivencia y la de otras criaturas, ¿qué necesitan las plantas para sobrevivir? La respuesta es el suelo.

Ahora, vayamos más lejos. ¿De dónde procede el suelo? ¿Qué puede descomponer la materia orgánica, incluidos los minerales de las rocas, para formar el suelo? La respuesta me sorprendió. Es el mayor organismo del planeta, uno que está en todas partes, en todos los continentes, bajo nuestros pies y dentro de nuestro cuerpo: ¡los hongos! Así que cuando escuché la presentación de Paul, supe al instante que iba a sumergirme a fondo en el mundo de los hongos y que necesitaba hacer una película sobre este aspecto fundamental de la vida, del que la mayoría de nosotros no sabemos nada.

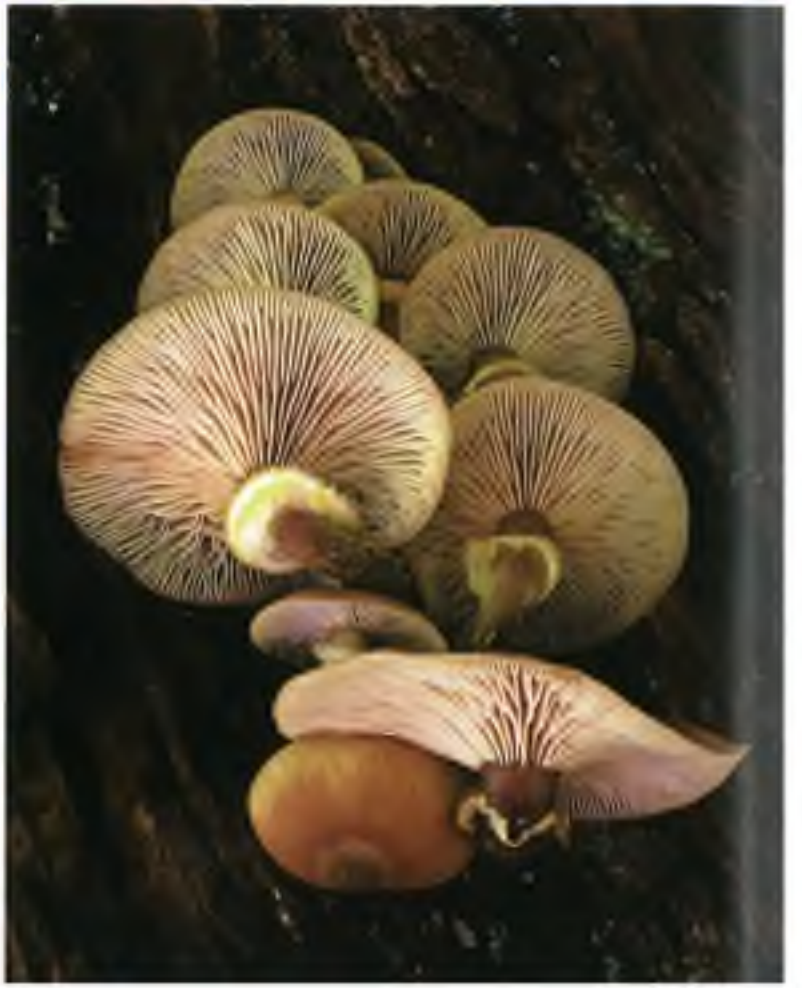
Ha sido un viaje realmente fantástico. Aprender cómo los hongos pueden alimentarnos, curarnos, limpiar la contaminación ambiental –incluida la atmosférica– y cambiar nuestra conciencia ha cambiado mi vida. Entrevisté a expertos científicos, que compartieron sus conocimientos sobre todos estos temas, y presenté a esos destacados expertos en la película en un formato en el que pudieran presentar esos hechos basados en la ciencia al público en general.

Hacer la película fue una gran experiencia de aprendizaje. Sin embargo, va más allá de la educación en algunos niveles asombrosos. La belleza de las setas bailando en cámara rápida mientras emergen de su mundo subterráneo entretiene e inspira. El viaje a través de la red subterránea de micelio –que refleja las redes de nuestros propios sistemas nervioso y circulatorio, así como de Internet y de las galaxias en el espacio– me deja sin aliento y tiene el poder de hacer llorar de alegría al público. No sabía que los hongos, junto con sus compañeras las plantas, pudieran ser la solución natural más grande y rápida al cambio climático. El concepto de Árbol Madre y la idea de red subterránea –promovida por Paul Stamets y Suzanne Simard– fue la base científica de los conceptos que el cineasta James Cameron utilizó en Avatar. Sin ese núcleo espiritual, *Avatar* nunca se hubiera convertido en una de las películas más taquilleras de todos los tiempos.

Sin embargo, lo que más aprendí fue que la red de micelios crea conexiones entre plantas y árboles que permiten que los ecosistemas florezcan como comunidades simbióticas. Nada vive solo en la naturaleza, y las comunidades tienen más probabilidades de sobrevivir que los individuos. Qué bello modelo inspirador de cómo podrían vivir los seres humanos: en una economía compartida basada no en la codicia, sino en el cultivo de las relaciones y la cooperación mutua.

Uno de los muchos aspectos maravillosos de la realización de la película *Fantastic Fungi* fue la colaboración entre artistas y científicos. Existe una relación intrínseca entre ciencia y arte, y ambas fomentan un increíble sentido de la maravilla. Las secuencias del micelio subterráneo, animadas por artistas, tomaron como referencia imágenes de microscopía electrónica de barrido. Las secuencias en cámara rápida del crecimiento de los hongos, utilizan el arte de la iluminación y la cinematografía. Y, cerrando el círculo, imploré a Paul Stamets, destacado micólogo y brillante inventor, que ideara una solución para salvar a las abejas. Paul aceptó el reto como un auténtico caballero Jedi y desarrolló extractos de hongos que han demostrado sobre el terreno que salvan a las abejas de las infecciones víricas que son las principales causas identificadas de su declive. Esa solución podría salvar el suministro mundial de alimentos.

Vivimos tiempos de ruptura medioambiental y avances tecnológicos. Apenas hemos arañado la superficie del genoma fúngico, que puede convertirse en uno de nuestros aliados más importantes de cara al futuro. Tengo esperanzas en el futuro, porque las respuestas a nuestros mayores problemas podrían estar literalmente bajo nuestros pies. Tenemos que abrir los ojos al diseño inteligente de la naturaleza y el corazón a sus maravillas. Si somos capaces de abrazar a nuestros antepasados y socios fúngicos, podremos cambiar el destino de nuestro planeta, pasando de extinciones masivas a entornos florecientes y, al hacerlo, fomentar comunidades, tanto para nosotros como para las generaciones futuras, que celebren y honren la vida en sus múltiples formas.



AGRADECIMIENTOS

LOUIE SCHWARTZBERG

Quiero expresar mi más sincera gratitud a estas personas que animaron y apoyaron la película desde sus primeros días, sin las cuales la película y este libro no podrían haberse realizado: mis socias productoras: Lyn Lear y Elease Lui Stemp.

A la cabeza, campeones y compañeros eco-guerreros:

Regina Scully, Margaret Bear, Elizabeth Parker, Anna Getty, Jena King, Shannon O'Leary Joy, Bill y Laurie Benenson, Carol Newell, Geralyn Dreyfous, Kenny Ausubel, Melony Lewis, Susan Rockefeller, Norman Lear, Cindy Horn y nuestra red Kickstarter.

Hacer una película no es tarea fácil. Me quito el sombrero ante todos los que han pasado por las trincheras conmigo, metafórica y literalmente, para conseguir que esta película valiente, innovadora, rebelde y hermosa llegara a todo el mundo: Annie Wilkes, Kevin Klauber, Courtney Mahler, Alex Falk, Mark Monroe, Adam Peters, Wylie Stateman, Sara Ramo, Barnaby Steel, Robin Aristorenas, y Victoria Mesesan.

Y un agradecimiento especial a la tribu de los hongos que inspiró y guio la película: Paul Stamets, Suzanne Simard, Eugenia Bone, Michael Pollan, Andrew Weil, Tony Bossis, Bill Richards, Roland Griffiths, Bill Linton, Bob Jesse, Charles Grob, Dennis McKenna, Jay Harman, Alex y Allyson Grey, Gary Lincoff, y el vibrante Telluride Mushroom Festival.

Un agradecimiento especial a Brie Larson, quien encarnó la voz de las setas, y a Raoul Goff, nuestro editor, quien crea los libros más bellos e inspiradores del alma con Insight Editions, Earth Aware Editions y Mandala Publishing.

ARRIBA *Especie de seta desconocida*.. ANTERIOR DE ARRIBA A LA IZQUIERDA A ABAJO A LA DERECHA *Especie de seta no identificada*; Cortinarius *sp*; Cortinarius *sp.*; *Arnillaria mellea*.

INDEX

A
Abejas melíferas, 49-52
abeja melífera oriental (*Apis cerana*), 49
Ácaro Varroa (*Varroa destructor*), 49
activismo micelio, 62
Adele Getty, 140
Administración de Alimentos y Medicamentos (FDA), 115, 121, 127, 130
Agárico de mosca (*Amanita muscaria*), 12
agarikon (*laricifomes officinalis*), 79, 113-116
Allan Richardson, 125
Alexander Fleming, 115
Albert Garcia-Romeu, 130
Alex Grey, 132
Albert Hofmann, 125
amadou (*Fomes fomentarius*), 33, 51
Andrew Weil, 75, 105, 155, 177 75, 105
anorexia nerviosa, 130
Anthony Bossis, 157-158, 177
Árboles Madre, 20
Arnold Toynbee, 132
Asociación Micológica de Connecticut-Westchester (COMA), 95
Asociación Micológica Norteamericana (NAMA), 95
ayahuasca (medicina espiritual basada en plantas), 143

B
Beneficios para la salud: del hongo agarikon (*laricifomes officinalis*), 79, 113-116; uso de los hongos para la medicina china, 77; el sistema inmunitario y los hongos, 12, 110, 113; de los hongos medicinales, 78, 79,85, 98; de los hongos para las abejas melíferas, 49-52
biodiversidad, 23, 50, 66, 116, 123
biomimética, 31
bosques antiguos, 23 113, 116
bosques, 15, 19-21,23, 41, 43, 47, 76, 83-84, 101, 113, 116, 164
Britt Bunyard, 97,

C
cambio climático, 20, 69, 98, 175
cáncer de piel, 28
Changing Our Minds Psychedelic Sacraments and the New Psychotherapy (Lattin), 151
Charles Darwin, 21
Charles Grob, 147, 177
Chile, 23, 41-43
cerebro, 69, 75-76, 127, 138, 149-150, 153-155, 163, 165
Cola de pavo (*Trametes versicolor*), 23, 76
comer setas, 86, 155
Comisión de Calidad Medioambiental de Texas (TCEQ), 56
COMPASS Pathways, 130
comunidad de las setas, 100
Consejo de Prácticas Espirituales (CPE), 157, 159
contaminación, 31, 47, 175. Véase también daños medioambientales y contaminantes del agua, 56
CoRenewal (Proyecto Micoregeneración del Amazonas), 59
Criterios de la Lista Roja de Especies Amenazadas (UICN), 42
Cultivador de Setas (Stamets), 57, 109
cultivo de setas, 62-63, 105-106, 110

D
Daniel Reyes, 105
David Nutt, 163
David Steindl-Rast, 160
daños medioambientales: soluciones biomiméticas para, 28-29, 31; cambio climático, 20, 31, 69; creciente concienciación y compromiso con las soluciones para, 27-29; prohibición de las cremas solares en Hawai para evitar más, 28; pérdida de abejas melíferas debido a, 15, 49-52; micorremediación para ayudar a restaurar, 55-59. Véase también contaminación
demencia, 76
Dennis McKenna, 153
Departamento de Agricultura de los Estados Unidos, 15
Departamento de Pesca y Vida Silvestre, 31
derrame de petróleo en el Golfo de México, 55
dióxido de carbono (CO2), 20, 23, 35
Don Lattin, 151
Don Pfister, 43

E
ecosistemas, 20, 23, 35-36, 42, 50, 56, 116, 175
Ecovative, 33
educación. Véase micoalfabetización y activismo estudios sobre el final de la vida, 45, 47, 143-148, 163
Elinoar Shavit, 98, 103
el viaje de un micólogo, 109-111
enfermedad de Alzheimer, 76, 130
"En busca del hongo mágico" (Wasson), 125
escorrentía de aguas pluviales, 55-56
escuela de micólogos, 45
esporas, 37, 85-86
estudio de fase 1 de la UW-Madison, 127
estudio de la Universidad Bastyr y la Facultad de Medicina de la Universidad de Minnesota, 78
estudio sobre el cáncer de mama, 78
estudio sobre la polinización de las almendras, 51
estudios Johns Hopkins, 122, 130, 138-139, 146, 157
estudios sobre la depresión, 163

estudios sobre la muerte y el final de la vida, 143-148, 163
Eugenia Bone, 81, 87, 177
evolución, 12, 16, 49, 66, 6975, 84, 127, 132, 140, 154, 165, 174
experiencias religiosas, 159 164
extractos de hongos poliporos, 51
extractos de hongos, 15, 51, 114, 175
extractos de micelio, 15, 51

F
Fantastic Fungi (película), 15, 174, 175
Fauna local: Refugio del lago de las Tortugas Recetas para vivir a fondo (Blair), 107
Festival de la Seta de Telluride, 97, 105
física newtoniana, 27
flora, fauna y hongos (tres F), 42
Fomes fomentarius (hongo yesquero), 33
Fomitopsis officinalis, 12
fotosíntesis, 20, 35-36
Franz Vollenweider, 149
Frederick Barrett, 130
Fundación Beckley (Reino Unido), 151
Fundación Fungi, 42
Fungi Perfecto, 51

G
Gary Lincoff, 93, 95, 97
gases de efecto invernadero, 20
Giuliana Furci, 41
Granjas Tomten, 105
gripe aviar (H5N1), 114, 116
Guía de campo de las setas norteamericanas de la Sociedad Nacional Audubon (Lincoff), 95

H
Haití, 61, 62
Herbario Farlow (Universidad de Harvard), 43
hidrocarburos poliaromáticos, 55
Hilos de perno, 33
hipótesis del simio lapidado, 154-155
historia de la cura de la tartamudez, 164
Honebees occidentales (Apis mellifera), 49
hongos endófitos, 83
hongos poliporos, 76
hongos micorrícicos mutualistas, 83
hongos sapróbios, 83
hongos: entornos agrícolas y papel de, 82-83; propiedades antimicrobianas de, 12; conexión entre plantas y animales, 42, 43, 61, 75, 87; salud de la tierra conectada con la salud de, 41, 43; micorrícicos, 35-36; sapróbios, mutualistas y endofíticos, 83; esporas, 37, 85-86; comprensión de la naturaleza de, 82. Véase también hongos; redes de micelio
How to Change Your Mind, 97, 121

I
Iglesia de los Nativos Americanos (NAC), 143
Imperial College de Londres, 163
industria apícola, 15
Industria farmaceútica 122
Industria jamaicana del champiñón, 62
Instituto de Investigación Heffter, 159
Instituto de Investigación Médica de Enfermedades Infecciosas del Ejército de los Estados Unidos, 114
Instituto de Investigación Psiquiátrica (Praga), 143
Instituto Usona, 130
inteligencia fúngica, 32, 165
inteligencia micelial, 32, 165
"inundaciones de escombros", 105-106
investigación sobre hongos: laboratorios comunitarios y ciudadanos, 57; creación de asociaciones internacionales en, 43; desarrollo de certificación y guías de campo para, 42; expansión de, 66, 69; descubrimientos sobre la ecología de las redes de hongos micorrícicos, 35-36; sobre los extractos de hongos utilizados para rescatar a las abejas melíferas, 51; la misión a largo plazo de, 65-66. Véase también medicina; redes de micelios; psilocibina ("setas mágicas")
investigación. Véase investigación sobre hongos; proyectos de restauración, medicina, 55-59

J
Jane Goodall, 42
James Fadiman, 151, 175
Jardín Botánico de Nueva York, 93, 95
Jay Harman, 27, 28, 177

K
Katrina Blair, 107
Kris Holstrom, 105

L
Las setas a través del tiempo, 103
La sabiduría salvaje de las malas hierbas: 13
La seta maravillosa: Micolatría (Wasson), 125
Laboratorio Medioambiental Haereticus, 28
laboratorios comunitarios, 57
Laboratorios de los Institutos Nacionales de Salud, 113
larvas de polilla fantasma tibetana, 85-86
Leif Olson, 105
leucaena leucocephala (árbol de hoja blanca o tamarindo de río), 20
Ley de Pureza de la Cerveza de Baviera (Reinheitsgebot) [1516], 12
lista de limpiadores fúngicos, 59
LSD, 121, 143, 151, 153
Louie Schwartzberg, 15, 174
Lucy Kavaler, 63,

M
María Sabina, 125
Mary Cosimano, 131
Material Mylo, 33
Matthew Johnson, 130
Merlin Sheldrake, 35
Meryl Streep, 174
Medicina china, 51, 76-77, 85
medicina: estudio del cáncer de mama, 78; medicina china, 51, 76-77, 85; descubrimiento de la penicilina, 85, 115; estudios sobre el final de la vida, 143-148, 163; sistema inmunitario y setas, 85, 115-116; innovaciones mediante redes de micelio, 32; terapia psicodélica, 121-128, 130, 146-147, 149-150, 163-164. Véase también investigación sobre hongos; sistema inmunitario
meditación, 160
metáfora de internet, 35
Metarhizium, 51
Michael Pollan, 97, 121
micoalfabetización y activismo, 43, 45, 47
micofilia, 86
micófilos, 57, 58, 63, 81
micoheterótrofos, 35-36
micología radical, 45
micología, 35-36, 66, 69, 86-87
micomimetismo, 27-29, 31
micorremediación, 55-59
Ministerio de Medio Ambiente chileno, 42
moho penicillium, 85, 115
Moselio Schaechter, 87
Mushroom Mountain (granja y centro de investigación), 61, 106
MycoSymbiotics, 110
MycoWorks, 33

N
naturaleza: como modelo para construir una sociedad sostenible, 27-29; tasa de extinción histórica en, 27; interconectividad de, 69; asociación de la Madre Árbol con el hongo micorriza en, 20-21; especies que se enfrentan a los rayos UVA o UVB en, 29, 83; supervivencia del más apto, competencia y curación en, 20-21
Nicholas Cozzi V., 125
Nik Money, 37

O
Poctinoxato, 28
Okumenisches Haus der Stille (Casa del Silencio), 160
Ophiocordycep sinensis (seta oruga), 85
Organización Mundial de la Salud, 61, 115
Ornilux, 29
Otogawa, Kobun Chino, 160
oxibenzona, 28

P
Paul Stamets, 11, 23, 42, 51, 63, 65, 79, 87, 97, 100, 105, 113, 114, 163, 174, 175
parásitos fúngicos, 84
Penicillium, 12
Peter McCoy, 45
Philip Ross, 33
plantas: cooperación entre árboles y, 21; parásitos fúngicos depredan, 84; hongos que conectan animales con, 42, 43, 61, 75, 87; micelio soporte de, 32, 35, 42, 43, 65; micoheterótrofos, 35-36; fotosintetizan dióxido de carbono (CO2), 20
Plantas Esenciales para la Supervivencia Humana (Blair), 107
polifenoles, 113
polinización, 15, 49-52, 174
programa BioDefensa del Departamento de Defensa, 15
prohibición de las cremas solares (Hawai), 28
prohibición de los protectores solares en Hawai, 28
Prospect Park de Brooklyn, 94
Proyecto Micoregeneración del Amazonas (ahora CoRenewal), 59
Proyecto de Ley Nacional del Medio Ambiente (Chile), 42
prueba ecotoxicológica, 55-56
Psicoterapia con LSD: El potencial curativo de la medicina psicodélica (Grof), 143
psilocibina ("setas mágicas"): cambiar el juego de la medicina, 163-167; creación de espacios sagrados para explorar, 137; transcripciones de sesiones de Johns Hopkins sobre, 138-139; LSD, 143, 151, 153; meditación y, 160; experiencias psicodélicas con, 12, 15, 97, 122, 125, 129-130, 131, 140, 169; aplicaciones de la terapia psicodélica de, 121-128, 130, 146-147, 149-150; hipótesis del mono colocado, 154-155. Véase también investigación sobre hongos; hongos medicinales experiencias psicodélicas, 12, 15, 97, 122, 125, 129-130, 131, 140, 169
Psilocibina: Guía del Cultivador de Setas Mágicas (McKenna y McKenna), 153

Q
química verde, 31

R
Real Jardín Botánico (Kew, Inglaterra), 43
Receta de Penne al Funghi con Rúcula, 88
Receta de sopa de setas silvestres, 89
recolección de setas silvestres, 94, 101, 107
Red Micológica de Micología Radical, 47
redes de hongos micorrícicos, 20-21, 35-36, 83-84
redes de micelio: como poseedoras de las respuestas para salvar nuestro planeta, 42, 43; los hongos como parte de la oculta, 19-21; red de micelio encontrada en los suelos, 61-62; "micomim- icría" para construir una

sociedad sostenible, 27; material Mylo hecho de células de, 33; como parte del reciclaje forestal y la renovación de la vida, 19-20; plantas apoyadas por, 32, 35, 42, 43, 65; representan remedios ecológicos, 65-66. Ver también hongos; investigación sobre hongos
religión União do Vegetal (UDV), 143
Revista Fungi, 97
Revista High Times, 63
Revolución Industrial, 27, 31
Richard Louv, 69
Roger Heim, 125
Robert Gordon Wasson, 125
Robert Jesse, 157,158-159
Roland Griffiths, 157, 177

S
salud medioambiental, 42-43, 50
selección natural, 66
serotonina, 126
seta 15, 84, 90
seta *Grifola frondosa*, 84
seta melena de león, 76
setas, asombrosa historia y beneficios de, 11-15, 93-94, 103; trabajo de laboratorio comunitario clasificando, 57; educación para cultivar la micoalfabetización sobre, 45; golosinas y recetas, 84-85, 88-89, 107; como cuerpos fructíferos de los hongos, 82; cultiva los tuyos propios, 105-106, 110; beneficios para la salud y usos médicos de, 15, 76-79, 85-86, 113-116; industria jamaicana de, 62; como parte de una red oculta de micelio, 19-21; micología radical sobre teoría y práctica del uso de, 45; recolección de setas silvestres y forrajeo urbano, 94, 101. Véase también hongos
setas medicinales: propiedades antivirales de las setas, 114-115; ayahuasca (medicina espiritual basada en plantas), 143; beneficios para la salud de, 15, 76-79, 85-86; lista de beneficios para la salud y variedades de, 79. Véase también psilocibina ("setas mágicas")
setas reishi (*Ganoderma lucidum*), 51
"setas mágicas". Véase psilocibina ("setas mágicas") Ritual mazateco de las setas, 125
Setas, mohos y milagros (Kavaler), 63
Setas, Rusia e Historia (Wasson y Wasson), 125
sistema inmunitario, 85, 115-116
Sociedad Micológica de Nueva York, 93-95, 98
sociedad sostenible, 27-29, 66
soluciones biomiméticas, 27-29, 31
Soma: seta divina de la inmortalidad (Wasson), 125
Stanislav Grof, 143, 146
Steve Jobs, 151
Stephen Ross, 143, 146, 157
Steve Sheppard, 49
suelo: redes de micelio encontradas en, 61-62; impacto de las redes de hongos micorrícicos en, 20-21, 35-36, 83-84; trabajo para restaurar la salud de, 55-59
supervivencia del más fuerte, 20-21, 66
sustratos de virutas de madera, 106
Suzanne Simard, 19, 175

T
tasa de extinción, 27
Taxomyces andreanae, 12
tecovirimat (TPOXX), 115
telarañas, 11, 29
Telluride de las Setas Silvestres (más tarde Festival de las Setas de Telluride), 97
terapia psicodélica, 121-128, 130, 146-147, 149-150, 153-154
tercer reino. Ver redes de micelio
Terence McKenna, 153
Tierra: redes de micelio como poseedoras de las respuestas para salvar la, 42, 43; papel del micelio en el reciclaje forestal y la renovación de la vida en, 19-20; papel de la polinización en la salud de, 15, 49-52
Tirmania nivea trufa del desierto, 98
Tradd Cotter, 61, 105
trufas del desierto, 98
trufas, 84-85, 98
tuberculosis (TB), 114

U
ultravioleta A (UVA), 28, 29
ultravioleta B (UVB), 28, 29
Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN), 42
Universidad de Clemson, 62
Universidad de Concepción (Chile), 42
Universidad Estatal de Washington, 15
USDA, 82, 90
UVA (o UVB), 28, 29

V
Vanja Palmera, 160
virus Black Queen Cell, 51
virus del ala deformada (VAD), 49, 51
Virus del lago Sinaí, 51

W
Wasson, Valentina Pavlovna, 125
William Padilla-Brown, 109-110
William Richards, 129, 151, 157, 158
Wings of life (película), 15, 174
Wood Wide Web, 35-36

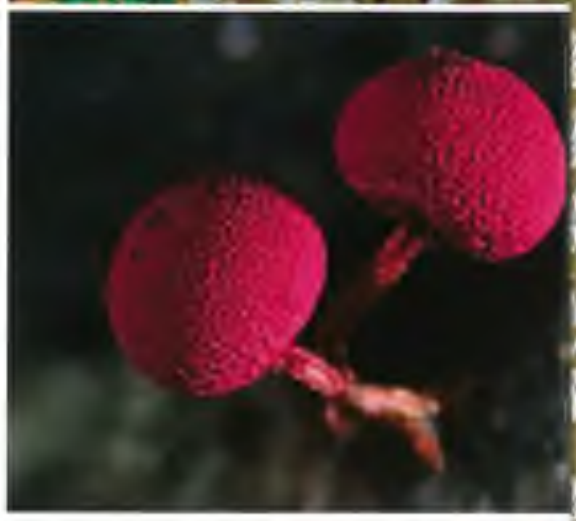
Z
Zvnder, 33

FANTASTIC FUNGI

EARTH AWARE
An Imprint of MandalaEarth
PO Box 3088
San Rafael, CA 94912
www.MandalaEarth.com

Find us on Facebook: www.facebook.com/MandalaEarth
Follow us on Twitter: @mandalaearth

Photographs on pages 2-3, 24-25, 53, 156, 182-183 © Art Wolfe
Photographs on pages 10, 13, 38-39, 40, 44, 70-71, 112, 152, 158, 159, 176 © Ian Shive
Photographs on pages 58, 114, 122, 124, 127, 128, 144, 147, 152 © Paul Stamets
Photographs on pages 10, 13, 14, 18, 29, 54, 56, 64, 102, 116, 126, 142,166, 170-171 © Taylor Lockwood
Photographs on pages 18, 31–32, 162, 184 © Ken Middleham
Photographs on pages 37, 156 © Patrick Hickey
Photographs on page 33 © Bolt Threads
Photographs on page 133 © Alex Grey
Photographs on pages 28, 45-47, 50, 52, 53, 57, 59-60, 62-63, 74, 78, 81, 85, 87, 94-95, 102, 108, 111, 120, 126, 131, 138-139, 141, 145, 154-157, 160, 164-167 © Louie Schwartzberg
Introduction copyright © 2019 Paul Stamets
Afterword copyright © 2019 Louie Schwartzberg
Text copyright © 2019 Earth Aware Editions & Moving Art
Every effort was made to credit photographers correctly.
If you would like to update a photo credit, please contact the publisher.



PÁGINAS 182–183 *Seta parasol* (Chlorophyllum rachodes).
ANTERIOR *Especie de seta no identificada.*

ARRIBA *Dos cuerpos fructíferos rojos deun moho del fango o mixomiceto* (Physarum roseum).

HONGOS FANTÁSTICOS

MATIRI

Sello editorial MATIRI
D.R. © Editores Mexicanos Unidos, S. A.
Luis González Obregón 5, Col. Centro, Cuauhtémoc, 06020, CDMX
Tels. 55 89676103 al 5589676110
contacto@editmusa.com.mx www.editoresmexicanosunidos.mx/
Miembro de la Cámara Nacional de la Industria Editorial. Reg. Núm. 115.

DIRECCIÓN EDITORIAL: Alex Laclau Miró / Ana Elisa Moreno Manzanilla
COORDINACIÓN EDITORIAL: Jorge Magos
TRADUCCIÓN Y EDICIÓN: Galahad Buenrostro
CORRECCIÓN DE ESTILO: Aurora González Murcia
DISEÑADOR EN JEFE Y FORMACIÓN: Alma Lidia Vázquez Martínez
DISEÑO DE PORTADA: Ricardo Zaldívar Céh
DIGITALIZACIÓN: Carlos Bustamante Rosas

Queda rigurosamente prohibida la reproducción total o parcial de esta obra por cualquier medio o procedimiento, incluidos la reprografía y el tratamiento informático, sin permiso escrito de los editores.

ISBN (título Hongos Fantásticos): 978-607-14-4112-6
ISBN (colección Salud Holística): 978-607-14-3998-7

Impreso en China, 2023.
ISBN 978-607-14-4112-6

"Existe una química brillante en los hongos, además de posibilidades infinitas. Apenas hemos empezado a entenderlos"

—Michael Pollan

Un equipo de estrellas formado por micólogos profesionales y aficionados, artistas, amantes de la gastronomía, ecologistas, médicos y exploradores unieron sus fuerzas al maestro del time-lapse Louie Schwartzberg para crear Fantastic Fungi, una película alucinante y llena de vida sobre los hongos y sus misteriosos filamentos entrelazados en forma de raíz llamados micelio. Lo que este equipo revela te dejará boquiabierto y posiblemente salve el planeta.

Este libro complementario visualmente convincente, editado por el preeminente micólogo Paul Stamets, amplía la película en todos los sentidos mediante transcripciones ampliadas, nuevos ensayos y entrevistas, e incluso más datos sobre el fantástico reino de los hongos. En estas páginas, aprenderás sobre la increíble red de comunicación del micelio bajo nuestros pies, que tiene la capacidad demostrada de restaurar los ecosistemas del planeta, reparar nuestra salud y resucitar nuestra relación simbiótica con la naturaleza.

Fantastic Fungi está a la vanguardia de una revolución de las setas. Únete a nosotros y juntos podremos crear el cambio de conciencia necesario para restaurar nuestro planeta.

"Estamos en la cúspide de una revolución micológica que tendrá efectos de cambio de paradigma hasta bien entrado el futuro, donde una ecología emergente de la conciencia está arraigada en soluciones prácticas que podemos analizar, probar y verificar".

—Paul Stamets

PAUL STAMETS es el micólogo más eminente de Estados Unidos. Ha descubierto varias especies nuevas de setas, como Psilocybe cyanofibrillosa y Psilocybe azurescens, ha sido pionero en innumerables técnicas nuevas, ha publicado varios libros superventas y ha ganado numerosos premios.

LOUIE SCHWARTZBERG es un artista visual y un narrador magistral cuyas innovadoras películas han inspirado a millones de espectadores a celebrar la vida llevándoles en viajes a través del tiempo y la escala. Schwartzberg es Embajadora de Innovación de la Asociación Americana para el Avance de la Ciencia, ha recibido el Premio Growald de la NAPPC por educar al público sobre la polinización, y ha dirigido películas teatrales premiadas para Disneynature y National Geographic.

ISBN 978-607-14-4113-6